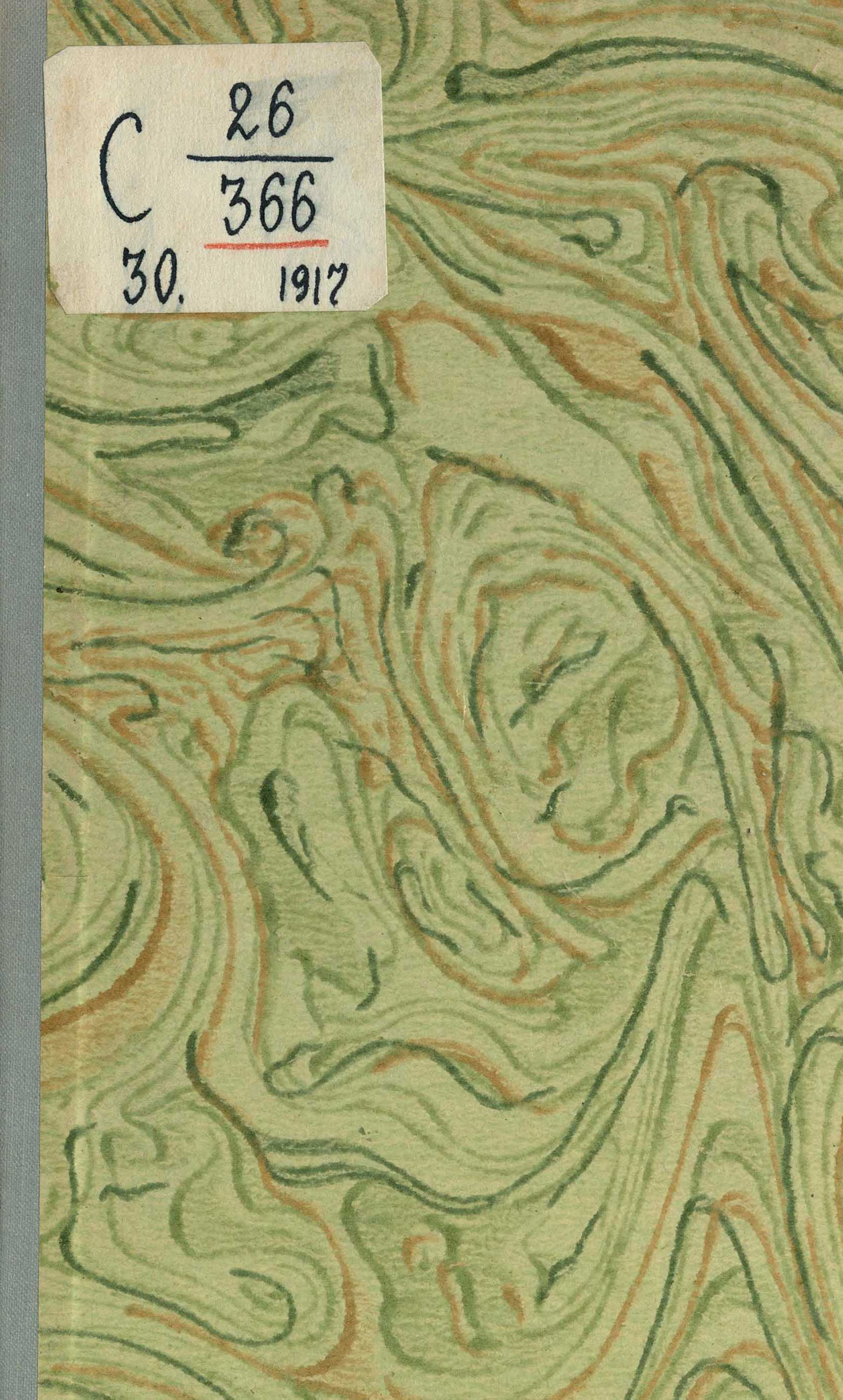

C 26/366
30. 1917

Гимназія на дому

СРЕДНЕ-УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНІЕ ЗАОЧНО

Выпускъ 30-й

КНИГОИЗДАТЕЛЬСТВО „БЛАГО"
ПЕТРОГРАДЪ

Гимназія на дому

СРЕДНЕ-УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНІЕ ЗАОЧНО

Выпускъ 30-й

КНИГОИЗДАТЕЛЬСТВО „БЛАГО“
ПЕТРОГРАДЪ

Во избѣжаніе задержки въ исполненіи заказовъ и друг. порученій, просимъ ОБЯЗАТЕЛЬНО въ верхнемъ лѣвомъ углу Вашихъ писемъ и переводовъ помѣчать НОМЕРЪ ВАШЕГО ЗАКАЗА, указанный на бандероли.

СОДЕРЖАНІЕ XXX-го ВЫПУСКА.

ПРИЛОЖЕНІЯ.

Петроградъ, Типографія «БЛАГО» Сайкинъ 13, с. д.

Къ нашимъ подписчикамъ.

Нашъ трудъ оконченъ. Тридцатый выпускъ вѣнчаетъ то зданіе, надъ постройкой котораго мы работали нѣсколько лѣтъ. Много за это время возникало сомнѣній въ правильности избраннаго пути, нѣсколько разъ приходилось отступать отъ заранѣе намѣченнаго плана, сообразуясь съ запросами и нуждами подписчиковъ, много пришлось внести различныхъ дополненій въ первоначальный проектъ изданія, вмѣсто 25 томовъ понадобилось выпустить тридцать,—мы не останавливались ни передъ какими затрудненіями, ни передъ какими препятствіями, лишь бы довести до конца дорогое намъ дѣло, лишь бы выполнить поставленную передъ собою задачу. Теперь цѣль наша достигнута: *создано фундаментальное и обширное руководство, долженствующее замѣнить школу тѣмъ, кому эта школа недоступна.* Руководство это у васъ передъ глазами. Вамъ, читателямъ нашимъ, лучше, чѣмъ кому бы то ни было, извѣстны достоинства и недостатки его. Скажите же, развѣ не правы мы были, утверждая, что книга *можетъ* замѣнить учителя, что для человѣка, передъ которымъ закрыты двери школы, не потеряна еще возможность получить образованіе *инымъ* путемъ и что такимъ путемъ является методъ *заочнаго* обученія?

Каковы бы ни были различные недочеты нашей «Гимназіи на дому», устранить которые было не въ нашихъ силахъ, всѣ они покрываются однимъ огромнымъ достоинствомъ, которое никто не станетъ отрицать: она приноситъ *пользу*, она достигаетъ *цѣли*, она *дѣйствительно* даетъ возможность тысячамъ лицъ пройти курсъ средней школы, которая иначе была бы для нихъ невозможна. Объ этомъ свидѣтельствуетъ безконечное множество писемъ, полученныхъ нами за время существованія «Гимназіи на дому» отъ нашихъ подписчиковъ; объ этомъ говорятъ тѣ лица, которыя на нашихъ глазахъ разносторонне образовали себя съ помощью нашихъ выпусковъ и превратились въ безукоризненно-грамотныхъ людей; объ этомъ говорятъ, наконецъ, сотни нашихъ подписчиковъ, успѣвшихъ уже сдать тѣ или иные экзамены и пріобрѣсти тѣ или другія права.

Факты эти—краснорѣчивѣе всякихъ отвлеченныхъ разсужденій о недостаткахъ и преимуществахъ методовъ заочнаго преподаванія. И, основываясь на нихъ, мы смѣемъ думать, что трудъ нашъ не пропалъ даромъ, что мы достигли своей цѣли и выполнили взятыя на себя обязательства.

Великъ былъ этотъ трудъ и нелегокъ. Держа въ рукахъ выпускъ «Гимназіи на дому» и перелистывая его страницы, едва ли многіе изъ нашихъ читателей могутъ представить себѣ, сколько человѣческихъ силъ затрачено на каждую строку, на каждый параграфъ его, какая масса времени и работы нужна была для того, чтобы его обдумать, написать, набрать, напечатать и пр.

Трудъ этотъ былъ, конечно, не подъ силу одному человѣку, и онъ былъ распредѣленъ, какъ вы знаете, между цѣлой группой сотрудниковъ, одушевленныхъ единствомъ взглядовъ и стремленій. Но и эта группа не въ состояніи была бы справиться съ поставленной себѣ задачей, если бы не пришли къ ней на помощь тысячи нашихъ подписчиковъ, которые путемъ оживленной переписки съ нами содѣйствовали нашей работѣ, указывая наши ошибки, высказывая свои пожеланія, внося различныя практическія предложенія и т. п.

Низкій поклонъ и сердечное спасибо всѣмъ этимъ многочисленнымъ друзьямъ нашимъ, разсѣяннымъ по всему лицу Россіи!

Многія изъ ихъ указаній (въ особенности г.г. учителей) были практически использованы нами, но самая важная и самая цѣнная помощь со стороны нашихъ подписчиковъ заключалась въ той *моральной* поддержкѣ, которую мы находили въ ихъ письмахъ: ихъ сочувствіе будило нашу вѣру въ плодотворность своей работы и поднимало нашу энергію, готовую угаснуть подъ тяжестью взятой на себя задачи.

Вотъ почему мы говоримъ, что «Гимназія на дому» есть результатъ огромнаго коллективнаго труда, результатъ дружнаго сотрудничества нѣсколькихъ тысячъ людей. Тысячи людей соединили свои усилія, мечты и желанія, чтобы создать тѣ тридцать книгъ, которыя составляютъ «Гимназію на дому».

Вмѣстѣ съ выходомъ въ свѣтъ тридцатаго выпуска, наша роль въ этой коллективной работѣ кончается. Это не значитъ, конечно, что мы отказываемся на будущее время поддерживать общеніе со своими подписчиками, отвѣчать на ихъ запросы и руководить ихъ занятіями. Напротивъ, мы просимъ ихъ не прерывать связи съ Редакціей, извѣщая ее о ходѣ своихъ занятій и, въ особенности, сообщать о всякаго рода выдержанныхъ экзаменахъ.

Но главная наша миссія—составленіе и выпускъ въ свѣтъ общедоступныхъ лекцій по различнымъ предметамъ—выполнена до конца.

Пусть же поработаютъ теперь, вмѣсто насъ, наши друзья—читатели! Пусть они,—на личномъ опытѣ ознакомившіеся съ методомъ заочнаго обученія и оцѣнившіе его значеніе,—пусть разнесутъ они вѣсть о немъ по всѣмъ угламъ нашей обширной родины, пусть разскажутъ о немъ всѣмъ, стремящимся къ свѣту и знанію и не знающимъ, какъ утолить свой умственный голодъ. Много такихъ бѣдняковъ блуждаетъ еще въ потемкахъ за стѣнами школы, не умѣя найти пути къ просвѣщенію. Укажите же имъ этотъ путь, вы, прошедшіе его до конца! Продолжайте начатое нами дѣло, будите мысль, разсѣивайте мракъ, зовите и ведите за собою людей къ радостнымъ истокамъ знанія.

Отъ всей души желаемъ вамъ успѣха въ этомъ общемъ нашемъ дѣлѣ распространенія методовъ заочнаго преподаванія, равно какъ и въ личныхъ вашихъ дѣлахъ и стремленіяхъ.

Редакція.

Законовѣдѣніе.

Судоустройство.

(*Продолженіе*).

31. Взаимное содѣйствіе судовъ. Отводъ судей. Подсудность.

Взаимное содѣйствіе судовъ. Всѣ разсмотрѣнные нами виды судовъ имѣютъ цѣлью охранять гражданскія права отдѣльныхъ лицъ и вообще весь гражданско-правовой строй государства; въ силу этого законъ требуетъ отъ судовъ солидарности и взаимнаго содѣйствія.

Такъ, напр., одинъ судъ можетъ допросить свидѣтелей по ходатайству другого суда, если свидѣтели живутъ въ раіонѣ дѣйствія перваго суда.

Отводъ судей. Въ интересахъ объективности и безпристрастія, при разборѣ дѣла законодательство допускаетъ въ указанныхъ ниже случаяхъ устраненіе того или иного судьи отъ разбирательства дѣла; такое устраненіе называется отводомъ.

Отводъ можетъ быть или по собственному почину судьи или по просьбѣ одной изъ тяжущихся сторонъ въ слѣдующихъ случаяхъ: a) если самъ судья, его жена, нѣкоторые родственники имѣютъ участіе въ дѣлѣ, b) если судья состоитъ опекуномъ одного изъ тяжущихся, c) если судья или его жена состоятъ ближайшими наслѣдниками одного изъ тяжущихся и т. д.

Мѣсто отведеннаго занимаетъ другое лицо, которое имѣетъ на это законное правомочіе.

Подсудность. Каждое судебное установленіе имѣетъ опредѣленную власть, опредѣленную компетенцію. Предѣлы ихъ опредѣляются особыми законами о *подсудности.* Каждый судъ имѣетъ свой особый кругъ дѣлъ. Напр., мировые судьи разсматриваютъ одни дѣла (иски, положимъ, до 500 р.), а окружный судъ—другія дѣла (иски свыше 500 р.); здѣсь будетъ *подсудность предметная,* въ зависимости отъ важности дѣла и цѣны иска. Затѣмъ, каждый судъ является компетентнымъ только для тѣхъ дѣлъ, которыя возникли въ предѣлахъ той территоріи, для которой онъ учрежденъ; здѣсь будетъ такъ называемая *мѣстная подсудность* (въ какомъ изъ одинаковыхъ судовъ долженъ быть предъявленъ искъ?).

Вопросъ о подсудности, т.-е. о подвѣдомственности тѣхъ или другихъ судебно-гражданскихъ дѣлъ тѣмъ или другимъ органамъ судебной власти, является очень существеннымъ.

Ни одинъ судъ не имѣетъ права принимать къ своему разсмотрѣнію тѣ судебныя дѣла, которыя подвѣдомственны юрисдикціи другого суда; если же онъ допуститъ это, то рѣшеніе его считается недѣйствительнымъ.

По общему правилу, подсудность спорныхъ дѣлъ опредѣляется мѣстомъ жительства отвѣтчика, т.-е. иски должны предъявляться въ то или другое компетентное для нихъ судебное учрежденіе того округа, въ которомъ постоянно живетъ отвѣтчикъ. Конечно, изъ этого общаго правила имѣется рядъ исключеній, строго указанныхъ закономъ.

32. Тяжущіяся стороны.

Въ гражданскомъ процессѣ принимаютъ участіе не только 1) *органы судебной власти*, которымъ предоставлено разрѣшеніе спора, но и 2) *стороны*, спорящія о правѣ.

Сторонами являются: *истецъ*—лицо, заявляющее суду о нарушеніи права, и *отвѣтчикъ*—лицо, которому приписывается это нарушеніе. По нашимъ законамъ, каждый можетъ отыскивать и защищать свои права; но изъ этого общаго правила имѣются исключенія, а именно: 1) лишенные всѣхъ правъ состоянія, 2) лица, состоящія подъ опекой и попечительствомъ, 3) несостоятельные должники.

Бываютъ случаи, когда въ процессѣ, кромѣ истца и отвѣтчика, принимаютъ участіе еще и „третьи лица“; такъ называются тѣ лица, интересъ которыхъ зависитъ отъ исхода процесса, начатаго между истцомъ и отвѣтчикомъ.

Тяжущіяся стороны не всегда принимаютъ непосредственное участіе въ процессѣ; вмѣсто нихъ часто выступаютъ на судѣ другія лица, ихъ представители. Представительство можетъ быть законное и добровольное. Если законъ опредѣляетъ представителя вмѣсто тяжущейся стороны (напр., вмѣсто малолѣтнихъ, душевно-больныхъ—опекуны и попечители—законные ихъ представители), то будетъ налицо законное представительство. Если же вмѣсто тяжущейся стороны выступаетъ на судѣ избранный ею повѣренный, то налицо будетъ добровольное представительство.

Не всякое лицо можетъ принять на себя добровольное представительство; законы лишаютъ многихъ этого права, напр., неграмотныхъ, несостоятельныхъ, несовершеннолѣтнихъ, состоящихъ подъ опекой, отлученныхъ отъ церкви и т. д.

Добровольное представительство основывается обыкновенно на довѣренности, выданной тяжущейся стороной своему представителю.

Все то, что совершено представителемъ тяжущейся стороны въ предѣлахъ довѣренности, считается какъ бы совершеннымъ самой стороной, которая обязана поэтому подчиниться всѣмъ послѣдствіямъ его дѣйствій. Если представитель совершитъ что-либо сверхъ даннаго ему полномочія, то тѣ дѣйствія, которыя превышаютъ полномочія, считаются юридически недѣйствительными.

33. Судопроизводство.

Основныя начала гражданскаго процесса. Составители Судебныхъ уставовъ провозгласили слѣдующія основныя начала, какъ существенныя условія правильнаго отправленія гражданскаго правосудія: 1) Всякій споръ о правѣ гражданскомъ подлежитъ разсмотрѣнію судебныхъ установленій. Въ этомъ выражается главное *начало отдѣленія судебной власти отъ административной* и самостоятельности судебныхъ мѣстъ въ рѣшеніи гражданскихъ дѣлъ, необходимой для правильнаго отправленія правосудія. 2) *Равноправность сторонъ въ процессѣ:* судъ не постановляетъ рѣшенія, не выслушавъ или, по крайней мѣрѣ, не вызвавъ стороны, и сторонамъ предоставляются равныя процессуальныя права. 3) *Устность и публичность процесса:* судъ разсматриваетъ дѣло въ открытомъ для публики засѣданіи. Этимъ обезпечивается правильное отправленіе правосудія; публичное отправленіе правосудія гарантируетъ безпристрастіе судей, ихъ серьезное отношеніе къ дѣлу и довѣріе общества къ суду. Закрытіе дверей засѣданія допускается только тогда, когда публичность засѣданія можетъ быть предосудительна для религіи, общественнаго порядка или нравственности, или когда судъ уважитъ просьбу обѣихъ сторонъ о закрытіи засѣданія. 4) *Состязательность процесса:* судъ не приступаетъ къ разсмотрѣнію дѣла безъ просьбы истца, не изыскиваетъ, а только провѣряетъ доказательства, представленныя сторонами, не изслѣдуетъ тѣхъ обстоятельствъ, которыя стороны признаютъ, не постановляетъ рѣшеній о предметахъ, о которыхъ не заявлено ходатайствъ сторонами, и прекращаетъ производство, если стороны приходятъ къ миролюбивому соглашенію и не желаютъ вести процесса.

34. Судебныя дѣйствія.

Изъ ряда судебныхъ дѣйствій и состоитъ судопроизводство. Что же разумѣется подъ судебными дѣйствіями? Подъ судебными дѣйствіями разумѣются, во-1-хъ, тѣ дѣйствія, которыя предпринимаютъ *тяжущіяся стороны* съ цѣлью убѣдить судъ въ необходимости принять тѣ или другія мѣры для охраны ихъ правъ; и, во-2-хъ, тѣ *дѣйствія суда*, которыя онъ самъ предпринимаетъ на основаніи этихъ заявленій. Дѣйствія суда выражаются въ разсмотрѣніи заявленій тяжущихся сторонъ, распоряженіяхъ, объявленіяхъ, предложеніяхъ опредѣленіяхъ и рѣшеніяхъ.

35. Судопроизводство въ окружныхъ судахъ.

Гражданскій процессъ по спорнымъ дѣламъ начинается *предъявленіемъ иска*. Подъ *искомъ* разумѣется предъявленное суду требованіе истца о разрѣшеніи возникшаго между нимъ и отвѣтчикомъ спора о гражданскомъ правѣ. Истецъ подаетъ суду исковое прошеніе.

Дѣйствія какъ тяжущихся сторонъ, такъ и суда должны быть сообщаемы тѣмъ лицамъ, до коихъ они касаются, т.-е. содержаніе судебнаго дѣйствія одной тяжущейся стороны должно быть сообщено другой сторонѣ, а содержаніе дѣйствія суда—обѣимъ сторонамъ и третьимъ лицамъ, если послѣднія выступятъ въ процессѣ.

Это исковое прошеніе можетъ быть подано въ судъ или 1) лично самимъ тяжущимся, или 2) его повѣреннымъ, или 3) прислано по почтѣ. Въ исковомъ прошеніи прежде всего долженъ быть обозначенъ тотъ судъ, въ который подается это прошеніе; затѣмъ оно должно заключать въ себѣ слѣдующее: 1) Званіе, имя, отчество, фамилію и мѣстожительство истца. 2) Обозначеніе званія, имени, отчества, фамиліи и мѣстожительства отвѣтчика. Если же истцу неизвѣстно, гдѣ въ данное время находится отвѣтчикъ, то истецъ въ прошеніи долженъ указать на это и выразить просьбу о вызовѣ отвѣтчика черезъ публикацію. 3) Изложеніе тѣхъ обстоятельствъ, которыя послужили поводомъ къ предъявленію иска, и тѣ юридическія основанія, на которыхъ строится послѣдній. 4) Изложеніе тѣхъ доказательствъ, которыми истецъ подтверждаетъ свою просьбу. 5) Указаніе *цѣны иска*. 6) Самое исковое требованіе, *просительный пунктъ*, начинающійся словами: „на основаніи всего вышеизложеннаго прошу Окружный Судъ постановить то-то и то-то". Подъ просительнымъ пунктомъ помѣщается подпись просителя и точное указаніе времени составленія прошенія.

Производство дѣлъ, подлежащихъ разсмотрѣнію суда, можетъ быть двоякое—или 1) *обыкновенное*, общее, или 2) *сокращенное*.

36. Обыкновенный порядокъ судопроизводства.

Предсѣдатель суда, убѣдившись въ томъ, что исковое прошеніе составлено согласно требованіямъ закона, дѣлаетъ распоряженіе о вызовѣ отвѣтчика къ суду двояко: или 1) посредствомъ *повѣстки* (если мѣстожительство отвѣтчика указано въ прошеніи), или 2) посредствомъ *публикаціи* (если неизвѣстно его мѣстожительство).

Съ момента вызова отвѣтчикъ признается привлеченнымъ къ суду и становится обязаннымъ принять участіе въ процессѣ и такъ или иначе отвѣчать на притязанія истца, возражать на нихъ и давать свои объясненія, словомъ, предъявить суду свой „отвѣтъ" на искъ. Если отвѣтчикъ предъявитъ свой „*отвѣтъ*", предсѣдатель суда разсматриваетъ этотъ отвѣтъ и такъ же, какъ относительно искового прошенія, рѣшаетъ, что слѣдуетъ сдѣлать съ нимъ,—оставить ли *безъ движенія* или *дать ему дальнѣйшій*, закономъ установленный, *ходъ*. Если „отвѣтъ" окажется безъ недостатковъ, то копія отвѣта, вмѣстѣ съ копіями всѣхъ къ нему приложеній, препровождается истцу.

Познакомившись съ отвѣтомъ, истецъ можетъ представить *письменное возраженіе* на послѣдній въ теченіе двухъ недѣль со времени полученія копіи. Это возраженіе сообщается отвѣтчику, который, въ свою очередь, тоже въ двухнедѣльный срокъ можетъ представить въ судъ *письменное опроверженіе* на возраженіе истца.

Но представленіе какъ возраженія, такъ и опроверженія не являются непремѣнной обязанностью для тяжущихся сторонъ. Каждая изъ нихъ можетъ отказаться отъ этого и просить судъ о назначеніи засѣданія для слушанія дѣла. По обмѣнѣ состязательными бумагами или по истеченіи срока, назначеннаго для ихъ подачи, назначается день слушанія дѣла, на который и вызываются стороны.

Тогда предсѣдатель поручаетъ одному изъ членовъ суда приготовить къ сроку засѣданія *докладъ* по этому дѣлу. *Докладомъ* называется *возможно точное изложеніе обстоятельствъ, послужившихъ причиною тяжбы, требованій сторонъ, ихъ доводовъ и доказательствъ, а также содержанія письменныхъ актовъ, которыми тяжущіяся стороны подтверждаютъ свои положенія или опровергаютъ мнѣнія противниковъ.* Кромѣ того, предсѣдатель дѣлаетъ распоряженіе о вызовѣ тяжущихся ко дню засѣданія въ судъ.

Присутствіе суда должно состоять не менѣе какъ изъ трехъ судей, считая въ томъ числѣ и *предсѣдательствующаго.* Помимо членовъ суда, въ засѣданіи долженъ находиться *секретарь.*

Кромѣ этихъ лицъ, въ составъ присутствія входитъ иногда и *прокуроръ* или его представитель.

Въ назначенный для разбора данной тяжбы день собирается судебное присутствіе, и предсѣдательствующій открываетъ засѣданіе. Онъ провозглашаетъ названіе тяжебнаго дѣла и удостовѣряется, кто изъ участвующихъ въ немъ явился въ засѣданіе. Послѣ этого стороны занимаютъ отведенныя имъ мѣста, и членъ суда, наблюденію котораго поручено дѣло, приступаетъ къ докладу.

По окончаніи доклада начинается *словесное состязаніе сторонъ.* Первое слово въ этомъ состязаніи предоставляется истцу, потомъ—отвѣтчику, послѣ—опять истцу, а затѣмъ—опять отвѣтчику и такъ до тѣхъ поръ, пока предсѣдательствующій не найдетъ дѣло достаточно разъясненнымъ, или пока стороны не заявятъ, что онѣ больше ничего не могутъ прибавить къ сказанному ими.

Послѣ того, какъ окончится состязаніе сторонъ, будутъ провѣрены доказательства и выслушано заключеніе прокурора, если только онъ долженъ былъ принимать участіе въ дѣлѣ, судьи, входившіе въ составъ присутствія, удаляются въ особую комнату для постановленія рѣшенія, резолюціи.

Когда резолюція будетъ составлена и подписана, всѣ члены входятъ въ залу судебнаго засѣданія, и предсѣдательствующій публично провозглашаетъ ее. Провозглашеніе это производится публично, т.-е. въ открытомъ засѣданіи, въ присутствіи всѣхъ желающихъ быть на этомъ послѣднемъ, хотя бы предварительно словесное состязаніе тяжущихся и происходило въ закрытомъ засѣданіи.

Провозгласивъ *резолюцію суда*, предсѣдательствующій назначаетъ день, въ который стороны могутъ явиться въ судъ для прочтенія *рѣшенія въ окончательной формѣ.* которое должно быть изготовлено въ теченіе *двухъ недѣль.*

37. Доказательства въ гражданскомъ процессѣ.

Стороны на судѣ приводятъ рядъ доказательствъ въ подтвержденіе заявленнаго ими въ бумагахъ и на судѣ.

Доказательствомъ въ процессѣ называется все то, что стороны приводятъ, чтобы убѣдить судъ въ правильности или неправильности спорнаго по дѣлу положенія, въ существованіи или несуществованіи спорнаго факта. Доказательствами въ гражданскомъ процессѣ являются:

1) *Признаніе тяжущимися извѣстныхъ обстоятельствъ.* Наиболѣе важное значеніе имѣетъ признаніе, сдѣланное на судѣ (*судебное* признаніе): оно имѣетъ всѣ гарантіи подлинности, тогда какъ *внѣсудебное* признаніе нуждается въ подкрѣпленіи его другими доказательствами.

2) *Свидѣтельскія показанія.* Свидѣтели суть посторонніе, незаинтересованныя въ исходѣ дѣла лица, которыя непосредственно восприняли внѣшними чувствами извѣстныя событія, относящіяся къ спору, и сообщаютъ о нихъ суду. Обязанность быть свидѣтелемъ есть повинность каждаго гражданина въ пользу правосудія[1]), и неявка свидѣтеля въ судъ и отказъ отъ свидѣтельства допускаются только въ особо уважительныхъ, точно указанныхъ случаяхъ. За неявку въ судъ безъ уважительныхъ причинъ свидѣтель можетъ быть оштрафованъ судомъ. Свидѣтели, по общему правилу, даютъ показанія по принятіи присяги—клятвеннаго обѣщанія показать правду.

3) *Дознаніе черезъ окольныхъ людей.*

4) *Свѣдущіе люди (эксперты).* Они не свидѣтельствуютъ о какихъ-либо событіяхъ, имъ извѣстныхъ, а, имѣя спеціальныя свѣдѣнія по какой-либо отрасли науки, искусства или ремесла, помогаютъ суду въ разъясненіи значенія извѣстныхъ фактовъ, производятъ спеціальныя изслѣдованія, недоступныя суду.

5) *Письменныя доказательства*—документы и акты, удостовѣряющіе совершеніе между сторонами извѣстныхъ юридическихъ сдѣлокъ (напр., расписки, векселя, торговые счета и книги, купчія, закладныя крѣпости, завѣщанія и т. д.).

6) *Присяга*—заявленіе тяжущагося, подкрѣпленное торжественнымъ призываніемъ Божества во свидѣтели правды.

Въ отношеніи обязанности представленія доказательствъ (onus prodandi) основнымъ правиломъ признается то, что каждая сторона должна доказать тѣ обстоятельства, которыя она приводитъ въ основаніе своего права и которыя оспариваются противною стороною. Поэтому прежде всего истецъ обязанъ доказать свой искъ, и обязанность отвѣтчика подтвердить свои возраженія доказательствами возникаетъ только тогда, когда исковое требованіе основано на за-

---

[1]) По уст. гражд. суд., отъ свидѣтельства могутъ отказаться родственники сторонъ по прямой линіи, родные братья и сестры и лица, имѣющія выгоду отъ рѣшенія дѣла въ пользу той или другой стороны.

конныхъ доводахъ. Если истцомъ не представлено надлежащихъ доказательствъ, судъ долженъ отказать въ искѣ, не вдаваясь въ обсужденіе правъ отвѣтчика. Обязанность представленія доказательствъ лежитъ на томъ, кто утверждаетъ, а не на томъ, кто отрицаетъ существованіе какого-либо обстоятельства.

38. Сокращенный порядокъ судопроизводства.

Отличительныя черты сокращеннаго порядка судопроизводства слѣдующія: 1) тяжущіяся стороны вызываются по исковому прошенію въ болѣе *короткій срокъ* и 2) при этомъ порядкѣ обыкновенно отсутствуетъ подготовительное *письменное производство*.

Принявъ исковое прошеніе, предсѣдатель суда при сокращенномъ судопроизводствѣ назначаетъ срокъ засѣданія съ такимъ разсчетомъ времени, чтобы между днемъ засѣданія и днемъ врученія отвѣтчику повѣстки о вызовѣ прошло *не менѣе недѣли* и *не болѣе мѣсяца*. Впрочемъ, законъ разрѣшаетъ тяжущимся сторонамъ просить у суда объ отсрочкѣ засѣданія, но только въ опредѣленныхъ случаяхъ.

Самый порядокъ сокращеннаго судопроизводства состоитъ въ томъ, что въ день, назначенный для слушанія дѣла, въ присутствіи суда производится между тяжущимися сторонами *словесное состязаніе*, которымъ управляетъ предсѣдатель.

По окончаніи состязанія члены суда удаляются въ отдѣльную комнату, обсуждаютъ подъ руководствомъ предсѣдателя данныя выяснившіяся на засѣданіи, и затѣмъ выносятъ рѣшеніе.

Сокращеннымъ порядкомъ *могутъ* производиться всѣ дѣла, если на это согласятся тяжущіеся, и если судъ, съ своей стороны, не встрѣтитъ особыхъ къ тому препятствій. Сокращеннымъ порядкомъ *должны* производиться дѣла и по нѣкоторымъ другимъ искамъ, напримѣръ, о взятыхъ въ долгъ товарахъ и припасахъ, о наймѣ домовъ, квартиръ и всякаго рода помѣщеній, о наймѣ слугъ и т. д.

39. Производство въ высшихъ инстанціяхъ суда.

Каждое дѣло можетъ быть разсмотрѣно въ двухъ инстанціяхъ— низшей и высшей; послѣдующій судъ является высшимъ по отношенію къ предыдущему. Хотя разсмотрѣніе дѣла въ нѣсколькихъ инстанціяхъ и замедляетъ ходъ процесса, но оно приноситъ большую пользу. Какъ бы ни были велики и сильны гарантіи правосудія, какъ бы хорошо ни былъ обставленъ процессъ, возможна неправильность судебнаго рѣшенія. Не говоря уже о неправильности рѣшенія по винѣ суда, она можетъ происходить и отъ самихъ тяжущихся. Въ первой инстанціи они ошибочно вели свое дѣло, не собрали нужныхъ доказательствъ и проиграли правое дѣло. Было бы несправедливо лишать ихъ возможности исправить свои ошибки и не воспользоваться тѣмъ урокомъ, который данъ имъ низшимъ судомъ. Отсюда возникаетъ *необходимость обжалованія рѣшенія предъ высшею инстанціею и пересмотра дѣла высшею инстанціею.* Пересмотръ этотъ долженъ быть въ другомъ судѣ, который

не связанъ уже высказаннымъ имъ мнѣніемъ по дѣлу. Этимъ гарантируется и безпристрастіе суда и довѣріе къ нему тяжущихся.

Различаются слѣдующіе способы обжалованія судебныхъ рѣшеній: 1) *апелляціонная жалоба*, 2) *просьба о кассаціи рѣшенія* и 3) *просьба о пересмотрѣ рѣшенія по вновь открывшимся обстоятельствамъ*.

Разсмотримъ отдѣльно всѣ эти три способа обжалованія.

40. Апелляція.

Судебное рѣшеніе постановляется судьями, то-есть людьми, способными, какъ и всѣ люди, ошибаться и заблуждаться, вслѣдствіе чего устанавливаемая судомъ истина, въ дѣйствительности, можетъ не быть истиной, и этотъ фактъ можетъ быть очевиденъ для тяжущихся. Въ виду этого, *законъ прежде, чѣмъ признать рѣшеніе вошедшимъ въ законную силу*, устанавливаетъ *опредѣленные сроки*, въ теченіе которыхъ предоставляетъ *лицамъ, въ данной тяжбѣ заинтересованнымъ, путемъ обжалованія домогаться измѣненія рѣшенія*. Такое обжалованіе носитъ названіе *апелляціи*. Итакъ, подъ апелляціей разумѣется просьба объ измѣненіи по существу рѣшенія, постановленнаго въ низшемъ судѣ, вслѣдствіе неправильности этого рѣшенія.

Апелляція подается въ *тотъ же самый судъ, который постановилъ обжалуемое рѣшеніе*, а затѣмъ уже самъ судъ представляетъ ее въ высшую апелляціонную инстанцію.

Такъ какъ *вторая, высшая* судебная инстанція, принявъ апелляцію, должна будетъ разсмотрѣть дѣло такъ же, какъ и первая, *по существу*, то апеллирующая сторона можетъ указывать въ жалобѣ на *всякаго рода* неправильности и промахи, допущенные при разсмотрѣніи дѣла въ первой инстанціи. Закономъ воспрещается предъявлять *новыя требованія по существу иска*, а также *перемѣнять первоначальныя основанія иска*.

По полученіи объясненія на апелляціонную жалобу или по истеченіи срока, установленнаго для подачи этого объясненія, *предсѣдатель* того департамента палаты, куда поступила апелляція, *назначаетъ день* для слушанія апеллированнаго дѣла.

Въ назначенный для слушанія апелляціи день открывается засѣданіе, въ которомъ одинъ изъ членовъ палаты докладываетъ спорное дѣло. *Слушаніе дѣла происходитъ*, во всякомъ случаѣ, *независимо отъ того, явились ли обѣ тяжущіяся стороны въ засѣданіе, или одна изъ нихъ, или обѣ онѣ отсутствуютъ*.

По окончаніи чтенія доклада, явившіяся въ засѣданіе стороны допускаются къ *словесному состязанію*, при чемъ первое слово предоставляется той сторонѣ, которая подала апелляціонную жалобу.

По выслушаніи словесныхъ объясненій, палата приступаетъ къ постановленію своего судебнаго рѣшенія.

Апелляціонный судъ или утверждаетъ, или отмѣняетъ рѣшеніе первой инстанціи и постановляетъ собственное рѣшеніе по существу дѣла. Оно признается окончательнымъ и новому обжалованію по существу не подлежитъ.

41. Кассація.

Подъ кассаціей разумѣется просьба тяжущагося объ уничтоженіи окончательнаго судебнаго приговора вслѣдствіе его незаконности и о постановленіи соотвѣтствующимъ судомъ новаго рѣшенія.

При подачѣ кассаціи соблюдаются слѣдующія правила: сторона, ходатайствующая о кассаціи, подаетъ жалобу въ тотъ судъ, который постановилъ рѣшеніе, служащее предметомъ кассаціи. Въ жалобѣ этой сторона должна точно и опредѣленно указать: a) какой именно законъ нарушенъ судомъ, разбиравшимъ дѣло по существу, и чѣмъ именно нарушенъ, или b) какой законъ неправильно истолкованъ, и въ чемъ именно заключается эта неправильность, или c) какіе именно формы и обряды судопроизводства нарушены.

Кассаціонная инстанція или отмѣняетъ обжалованное рѣшеніе и дѣло передаетъ другому составу суда для новаго разсмотрѣнія по существу, или оставляетъ жалобу безъ послѣдствій. Судъ, въ который передано дѣло для новаго разсмотрѣнія, обязанъ подчиниться толкованію закона, сдѣланному по этому дѣлу кассаціонной инстанціей.

42. Просьба о пересмотрѣ рѣшеній.

Просьбы о пересмотрѣ рѣшеній допускаются въ случаѣ открытія новыхъ обстоятельствъ или обнаруженія подлога въ актахъ, на которыхъ рѣшеніе основано.

Просьбы о пересмотрѣ рѣшеній разсматриваются въ судебной палатѣ, если пересмотру подлежитъ рѣшеніе окружнаго суда, и въ Кассаціонномъ Департаментѣ Правительствующаго Сената, если пересматривается рѣшеніе судебной палаты (или мирового съѣзда).

43. Заочное рѣшеніе.

Когда вызванный отвѣтчикъ не явится въ назначенный срокъ на судебное засѣданіе, не пришлетъ повѣреннаго и не заявитъ просьбы о разсмотрѣніи дѣла въ его отсутствіи, то законъ предоставляетъ истцу право просить судъ или о новомъ вызовѣ отвѣтчика, или о назначеніи новаго срока засѣданія, или о разсмотрѣніи дѣла въ этомъ же судебномъ засѣданіи, несмотря на отсутствіе отвѣтчика. Если судъ согласится съ послѣдней просьбой истца, то засѣданіе продолжается, выслушиваются словесныя объясненія истца, провѣряются доказательства и постановляется рѣшеніе, въ которомъ судъ присуждаетъ истцу всѣ требованія, имъ доказанныя.

Это рѣшеніе, постановленное въ отсутствіе отвѣтчика, и называется *заочнымъ*.

Состоявшееся заочное рѣшеніе объявляется отвѣтчику доставленіемъ ему *выписки изъ рѣшенія* по его мѣсту пребыванія или мѣсту жительства, а если послѣднее неизвѣстно, то по мѣсту нахожденія его недвижимаго имущества; если же таковаго у отвѣтчика нѣтъ, то черезъ публикацію въ газетахъ и вывѣшиваніе рѣшенія въ зданіи суда.

Всякое заочное рѣшеніе можетъ быть обжаловано отвѣтчикомъ подачей *отзыва* съ просьбой о пересмотрѣ дѣла въ тотъ же окружный судъ, который постановилъ рѣшеніе.

Отзывъ подается съ соблюденіемъ правилъ, установленныхъ для подачи апелляціи.

44. Упрощенный порядокъ судопроизводства.

Упрощенный порядокъ судопроизводства имѣетъ своею цѣлью дать тому *лицу, которое можетъ подтвердить свое требованіе документами*, возможность *скорѣе* добиться судебнаго рѣшенія о взысканіи съ отвѣтчика требуемой суммы.

Упрощенность судопроизводства заключается въ слѣдующемъ: 1) слушаніе дѣла назначается въ возможно *краткій срокъ*; 2) разбирательство дѣлъ производится не коллегіальнымъ судомъ, а *единоличнымъ*; 3) тяжущіяся стороны имѣютъ право ссылаться только *на письменныя доказательства*, представленныя къ дѣлу; 4) предъявленіе *встрѣчнаго иска* и *отсрочка производства судомъ* не допускаются; 5) всѣ дѣла рѣшаются *безъ выслушанія заключенія прокурора*; 6) *неявка сторонъ* въ засѣданіе *не останавливаетъ* производства и рѣшенія дѣла; 7) немедленно по провозглашеніи резолюціи, которою удовлетворяется вполнѣ или частью исковое требованіе, судъ, по просьбѣ истца, выдаетъ ему *исполнительный листъ*; 8) на рѣшеніе дѣла, производившагося въ упрощенномъ порядкѣ, *апелляція не допускается*.

45. Производство дѣлъ у мировыхъ судей, земскихъ начальниковъ, городскихъ судей и уѣздныхъ членовъ окружнаго суда.

На ряду со спорными дѣлами важными, крупными, требующими особаго вниманія со стороны суда,—возникаетъ масса дѣлъ мелкихъ, малоцѣнныхъ, маловажныхъ, которыя, однако, тоже требуютъ для своего рѣшенія участія судебной власти. Представленіе этихъ послѣднихъ дѣлъ на обсужденіе и разсмотрѣніе окружныхъ судовъ является неудобнымъ и нежелательнымъ по многимъ соображеніямъ.

И вотъ наше законодательство вводитъ, на ряду съ окружными судами, другіе виды судовъ съ болѣе быстрымъ и дешевымъ производствомъ. Такими судами являются—суды мировые, суды земскихъ начальниковъ, городскихъ судей и уѣздныхъ членовъ окружнаго суда.

Дѣла, подсудныя имъ, *начинаются* такъ же, какъ и въ окружныхъ судахъ,—не иначе, какъ *подачею искового прошенія*, при чемъ это послѣднее можетъ быть облечено въ *письменную форму*, можетъ быть и заявлено *словесно*, можетъ быть подано лично самимъ тяжущимся или его повѣреннымъ или же прислано по почтѣ. Довѣренность на подачу искового прошенія можетъ быть означена на самомъ прошеніи. Если прошеніе подано словесно, то, по записи его, оно прочитывается истцу и подписывается имъ, если онъ грамотный.

Получивъ и принявъ исковое прошеніе, судъ немедленно дѣлаетъ распоряженіе о вызовѣ на точно *опредѣленный день* какъ истца, такъ и отвѣтчика, а равно и свидѣтелей. Вызовъ производится посредствомъ повѣстокъ. Повѣстка вручается самому вызываемому лицу и можетъ быть вручена и внѣ дома. Получивъ повѣстку о вызовѣ въ судъ, *отвѣтчикъ не обязывается* подавать *письменнаго отвѣта*, такъ какъ вообще какъ у мировыхъ и городскихъ судей, такъ и у земскихъ начальниковъ и уѣздныхъ членовъ окружнаго суда—*не существуетъ предварительной письменной* подготовки, и разбирательство дѣла производится въ назначенный день *словесно*. Но, не будучи обязанъ, отвѣтчикъ *можетъ*, если захочетъ,—*взамѣнъ явки къ разбирательству* лично или черезъ повѣреннаго—*представить письменныя объясненія по тяжбѣ* со всѣми необходимыми, по его мнѣнію, свѣдѣніями и документами. Въ день, назначенный для разсмотрѣнія дѣла, объясненія эти принимаются во вниманіе судомъ, представляются истцу, и постановленное при такихъ условіяхъ рѣшеніе суда *не почитается заочнымъ*.

Самое разбирательство дѣлъ въ судѣ происходитъ *„публично и на словахъ“*; впрочемъ, засѣданіе можетъ быть и *негласное, если обѣ тяжущіяся стороны попросятъ* объ этомъ, и если судъ найдетъ ихъ просьбу заслуживающей уваженія.

Итакъ, въ назначенный день, и даже иногда часъ, судъ открываетъ засѣданіе для разсмотрѣнія данной тяжбы. Объявивъ дѣло и вызвавъ къ судебному столу присутствующія тяжущіяся стороны, судья вступаетъ съ ними *въ предварительныя объясненія*, въ которыхъ онъ предлагаетъ имъ прекратить дѣло *миромъ, указывая дѣйствительные, по его мнѣнію, къ тому способы*.

Если стороны послѣ предварительнаго объясненія съ судомъ не пожелаютъ прекратить тяжбу миромъ, то судъ приступаетъ къ дальнѣйшему производству. Приступивъ къ послѣднему, судья предлагаетъ истцу разсказать обстоятельства дѣла и объяснить свои требованія, а потомъ выслушиваетъ объясненія отвѣтчика, дозволяя той и другой сторонѣ высказаться и послѣ этихъ первыхъ объясненій дополнить поочередно ихъ показанія и предлагая отъ себя, судьи, нужные для объясненія дѣла вопросы. Послѣ этого выслушиваются объясненія свидѣтелей, если они были, и повѣряются другія доказательства, если на нихъ ссылались тяжущіяся стороны.

Выслушавъ стороны, судья принимаетъ въ соображеніе всѣ обстоятельства дѣла и представленныя доказательства и, опредѣливъ, по внутреннему убѣжденію, значеніе и силу ихъ, *постановляетъ рѣшеніе*.

Постановивъ свою резолюцію по поводу разбиравшейся тяжбы, *судья немедленно прочитываетъ* ее тяжущимся, при чемъ законъ возлагаетъ на судью обязанность объяснить послѣднимъ тутъ же и ихъ *права на обжалованіе рѣшенія, указать на установленные сроки* этого обжалованія и *порядокъ подачи* его. Вслѣдъ затѣмъ судья обязанъ въ *трехдневный* срокъ изготовить рѣшеніе въ окончательной формѣ и выдать съ него копіи тяжущимся сторонамъ.

Всякое рѣшеніе мирового или городского судьи, земскаго начальника или уѣзднаго члена окружнаго суда по иску, оцѣненному *свыше 30 рублей*, или по иску, *не подлежащему оцѣнкѣ*, можетъ быть обжаловано путемъ *апелляціи* въ теченіе *мѣсяца* со дня объявленія рѣшенія.

46. Судебныя издержки.

Судъ ограждаетъ всѣхъ и каждаго, но правосудіе оказывается частнымъ лицамъ не даромъ, а со взысканіемъ съ нихъ судебныхъ налоговъ. Сюда относятся: а) *гербовыя пошлины* (при производствѣ дѣла въ окружныхъ судахъ, судебныхъ палатахъ и Правительствующемъ Сенатѣ); б) *листовой сборъ* (по 10 к. съ листа при производствѣ дѣла въ мировыхъ и судебно-административныхъ учрежденіяхъ); в) *судебная пошлина*, которою оплачиваются исковыя прошенія, отзывы на заочныя рѣшенія и апелляціонныя жалобы; г) *сборы по производству дѣла*—расходы на врученіе повѣстокъ, поѣздки судебныхъ чиновъ по гражданскимъ дѣламъ, на вознагражденіе свидѣтелей, экспертовъ и т. п. *При постановленіи рѣшенія всѣ эти пошлины и сборы (судебныя издержки) возлагаются на обвиненную сторону въ пользу оправданной.* Кромѣ сего, сторона, проигравшая процессъ, обязывается вознаградить противника *за веденіе* дѣла.

Отъ уплаты судебныхъ издержекъ освобождаются стороны, представившія свидѣтельства о своей бѣдности.

Уголовное право и уголовный процессъ.

I. УГОЛОВНОЕ ПРАВО.

47. Понятіе объ уголовномъ правѣ.

Подъ *уголовнымъ правомъ* [1]) разумѣется совокупность юридическихъ нормъ, опредѣляющихъ отношенія, созданныя уголовными правонарушеніями, ихъ конструкцію и наказуемость. *Уголовныя правонарушенія*, или, иначе говоря, *преступленія*, могутъ касаться какъ имущественныхъ, такъ и всякихъ другихъ правъ извѣстнаго лица, при чемъ источникомъ ихъ является или злая воля нарушителя, или его неосторожность, т.-е. недостатокъ осмотрительности. Мало того, послѣднія нарушаютъ право не только личности, но представляются опасными для цѣлаго общества, въ виду чего нарушитель не только обязанъ вознаградить пострадавшаго и возстановить нарушенное право, но и подвергается, по приговору суда, наказанію.

Подъ именемъ *преступленія* разумѣется *юридически вмѣняемое дѣя-*

---

[1]) Источниками уголовнаго права у насъ являются: 1) Уложеніе о наказаніяхъ уголовныхъ и исправительныхъ (т. XV св. зак.), 2) Уставъ о наказаніяхъ, налагаемыхъ мировыми судьями, (т. XV св. зак.) и 3) Уголовное Уложеніе, Высочайше утвержденное 22 марта 1903 г.

ніе, запрещенное закономъ подъ страхомъ наказанія. Изъ этого опредѣленія прежде всего видно, что преступленіемъ могутъ быть только поступки людей, т.-е. дѣйствія, а не одни только мысли или желанія, такъ какъ мысли и желанія не могутъ причинить никому вреда до тѣхъ поръ, пока не перейдутъ въ дѣйствіе. Затѣмъ, дѣяніе должно быть запрещено закономъ подъ страхомъ наказанія.

Наконецъ, преступленіемъ можетъ быть дѣяніе лишь юридически вмѣняемое, т.-е. совершенное лицами, обладающими сознаніемъ и волею.

Уголовное Уложеніе раздѣляетъ преступныя дѣянія, смотря по важности ихъ и по степени наказуемости, на: 1) тяжкія преступленія, 2) преступленія и 3) проступки.

Преступленіе.

48. Виновникъ.

Виновникомъ, субъектомъ преступнаго дѣянія можетъ быть только лишь *лицо физическое;* но всякое ли такое лицо? всякій ли человѣкъ? Можетъ ли быть, напримѣръ, подвергнутъ уголовному наказанію умалишенный или малолѣтній ребенокъ? Конечно, нѣтъ, потому что они дѣйствуютъ безсознательно, не понимая того, что творятъ; ихъ проступки поэтому не могутъ быть вмѣнены имъ въ вину. Современное законодательство и наука уголовнаго права считаются съ такого рода случаями и, говоря о виновникѣ преступленія, выдвигаютъ на первое мѣсто вопросъ о *вмѣняемости.*

Подъ *вмѣняемостью* разумѣется *такое состояніе даннаго лица, въ которомъ его преступныя дѣянія могутъ быть вмѣняемы*, т.-е. поставлены *ему въ вину, вслѣдствіе чего это лицо можетъ подлежать уголовной отвѣтственности, то-есть наказанію.*

Вмѣняемостью, такимъ образомъ, опредѣляется кругъ лицъ, могущихъ быть субъектами преступленія и объектами наказанія, или, говоря другими словами, кругъ лицъ, къ которымъ примѣнимъ уголовный законъ.

Останавливаясь на этомъ вопросѣ, новое русское „Уложеніе о наказаніяхъ“ такъ отвѣчаетъ на него: *„не вмѣняется въ вину преступное дѣяніе, учиненное лицомъ, которое во время его учиненія не могло понимать свойства и значенія имъ совершеннаго или руководить своими поступками вслѣдствіе болѣзненнаго разстройства душевной дѣятельности, или безсознательнаго состоянія, или же умственнаго неразвитія, происшедшаго отъ тѣлеснаго недостатка или болѣзни“* (статья 39).

Причины, устраняющія вмѣненіе, можно раздѣлить на двѣ главныя группы: 1) на причины, происшедшія вслѣдствіе *ненаступленія надлежащаго психическаго развитія* лица, совершившаго преступленіе; 2) на причины, происшедшія вслѣдствіе *потери* лицомъ уже достигнутаго имъ *психическаго развитія.*

Разсмотримъ сперва *первую группу.* Детально въ этой группѣ различаются слѣдующія причины: а) *неразвитость,* зависящая отъ *естественныхъ условій* развитія человѣческаго организма, а именно— отъ его *возраста;* в) *неразвитость,* обусловленная *ненормальнымъ состояніемъ* организма, его болѣзненнымъ недоразвитіемъ —идіотизмомъ, безуміемъ.

Перейдемъ теперь ко *второй группѣ,* т.-е. остановимся на вопросѣ о томъ, какъ вліяютъ на вмѣняемость причины, происшедшія вслѣдствіе *потери* виновнымъ лицомъ уже *достигнутаго имъ психическаго развитія.*

Сюда относятся, во-1-хъ, *душевныя болѣзни,* т.-е. какъ болѣзни мозга, такъ и нервныя страданія, осложненныя психическими заболѣваніями, и, во-2-хъ, *аффекты.* Подъ аффектомъ разумѣется внезапное, порывистое возбужденіе организма, затрудняющее или пріостанавливающее нормальное теченіе мыслей и представленій, лишающее человѣка его обыкновенной разсудительности.

49. Предметъ преступнаго дѣянія.

Предметъ, на который направлено лицомъ преступленіе, называется *объектомъ* преступленія. Такъ какъ преступленіе есть нарушеніе уголовнаго закона, т.-е. юридической нормы, то и объектомъ преступленія являются прежде всего юридическія нормы. Съ другой стороны, такъ какъ совокупность юридическихъ нормъ, опредѣляющихъ взаимныя отношенія между людьми, образуетъ правопорядокъ даннаго государства, то объектомъ преступленія является правопорядокъ государства. Наконецъ, объектомъ преступленія служатъ тѣ жизненныя блага или интересы, которые охраняются юридическими нормами.

Обстоятельства, исключающія преступность дѣянія. Обстоятельствами, исключающими преступность дѣянія, являются: необходимая оборона, крайняя необходимость, принужденіе, невѣдѣніе и ошибка, исполненіе закона и обязательнаго приказа и т. п.

а) **Необходимая оборона** есть *такое состояніе, когда лицо, защищая себя или другихъ отъ противозаконнаго нападенія или посягательства на принадлежащія ему или другимъ права и блага, нарушаетъ права и блага нападающаго* [1]. Первымъ условіемъ, безъ котораго нѣтъ права необходимой обороны, является *противозаконность нападенія,* подъ которой слѣдуетъ разумѣть преступное посягательство на чужія права. Вторымъ условіемъ является то, чтобы опасность, съ которою сопряжено нападеніе, была *дѣйствительною,* а не мнимою, и притомъ, чтобы она представлялась въ настоящемъ какъ опасность наличная, а не грозящая только въ будущемъ. Необходимая оборона, наконецъ, предполагаетъ *неотвратимость опасности* иными средствами, кромѣ насилія, ибо послѣднее, очевидно, не можетъ быть допу-

[1]) Такъ, если на меня нападаетъ грабитель и я, отражая нападеніе, раню его, то я совершаю ненаказуемый актъ необходимой обороны.

щено тамъ, гдѣ опасность могла быть отвращена иными средствами.

б) **Крайнею необходимостью** называется *такое состояніе, когда человѣкъ неотвратимою силою природы или другого лица ставится въ необходимость или лишиться своихъ собственныхъ благъ, или спасти таковыя лишь посредствомъ нарушенія благъ третьихъ лицъ, не виновныхъ въ созданіи подобной опасности* [1]). Существенно отличіе крайней необходимости отъ необходимой обороны заключается въ томъ, что дѣяніе, совершенное въ состояніи послѣдней, не только не противозаконно, но и правомѣрно, тогда какъ совершенное въ состояніи первой только не противозаконно.

50. Преступное дѣяніе.

Преступное дѣяніе выражается въ нарушеніи или въ посягательствѣ на нарушеніе юридической нормы. Преступное дѣяніе мы будемъ разсматривать съ двухъ сторонъ: съ *внутренней* и *внѣшней*. *Внутренняя* сторона—субъективная—относится къ *сознанію и волѣ содѣявшаго*, то-есть виновника дѣянія, *внѣшняя*—объективная—къ самому содѣянному событію, то-есть къ проявленію во внѣ воли виновника.

51. А. Внутренняя сторона преступнаго дѣянія.

Умыселъ и неосторожность. Для бытія преступленія необходима наличность сознательной воли субъекта на совершеніе имъ чего-либо противозаконнаго. Сознательная воля лица, проявившаяся въ опредѣленномъ противозаконномъ дѣяніи, и составляетъ т. н. *внутреннюю*, или *субъективную сторону* послѣдняго. Изслѣдовать преступленіе съ внутренней стороны значитъ опредѣлить, участвовала ли сознательная воля субъекта въ совершеніи извѣстнаго противозаконнаго дѣянія, и если участвовала, то въ какомъ отношеніи находилась она къ этому дѣянію, т.-е. желалъ ли онъ его или произвелъ только по неосторожности. Первый случай—положительная форма субъективной виновности, а второй—отрицательная. Различіе между ними состоитъ въ томъ, что въ первомъ случаѣ субъектъ сознательно направляетъ волю на преступную дѣятельность, такъ что между представленіемъ такого субъекта и самымъ его дѣяніемъ существуетъ совпаденіе въ формѣ прямого желанія послѣдняго и его результатовъ или, по крайней мѣрѣ, въ формѣ соизволенія, допущенія имъ таковыхъ, при наличности предвидѣнія [2]); во второмъ же случаѣ субъектъ отвѣ-

---

[1]) Напримѣръ, кто-нибудь долженъ будетъ умереть съ голоду, если не украдетъ пищи.

[2]) При этомъ совершенно безразлично, будетъ ли совершено преступленіе надъ тѣмъ объектомъ, въ отношеніи коего задумано, или, по ошибкѣ, надъ другимъ лицомъ.

чаетъ не за то, что онъ хотѣлъ, а за то, что онъ не хотѣлъ дѣйствовать такъ, какъ юридически обязанъ былъ [1]).

Итакъ, сознаніе совершаемаго, предвидѣніе послѣдствій и сознаніе противозаконности дѣянія—существенные элементы *умысла*. Самое дѣяніе, совершенное при наличности всѣхъ этихъ условій, называется *умышленнымъ*. Указанные признаки, соотвѣтствующіе содержанію понятія умысла, служатъ въ теоріи основаніемъ къ дѣленію умышленной виновности на виды. Такъ, различаютъ *предумышленіе* и *простой умыселъ*. Сущность *предумышленія* заключается въ томъ, что намѣреніе лица является опредѣленнымъ не только въ общихъ чертахъ, но болѣе или менѣе въ частностяхъ; при *простомъ* же *умыслѣ* намѣреніе лица опредѣлено въ общихъ чертахъ, такъ что субъектъ представляетъ свое дѣйствіе лишь приблизительно. Иначе говоря, когда преступникъ имѣлъ время обдумать все зло и послѣдствія своего поступка и, несмотря на это, все-таки рѣшился совершить его, тогда преступленіе является предумышленнымъ.

Что касается *неосторожности*, то недостатокъ обдуманности или, что то же, невнимательность, небрежность составляютъ характеристическую черту ея. Основаніемъ для наказанія неосторожныхъ дѣяній служитъ то обстоятельство, что не только положительные законы, но и нравственность требуютъ отъ человѣка, чтобы онъ внимательно относился къ тому, что дѣлаетъ. Неосторожныя преступленія наказываются слабѣе предумышленныхъ и даже просто умышленныхъ, такъ какъ здѣсь человѣкъ наказывается только за свою невнимательность. Въ дѣйствующемъ Уложеніи нѣтъ опредѣленія неосторожности, а наказуемость неосторожности ограничивается лишь немногими видами преступныхъ дѣяній, а именно—убійство, нѣкоторыя посягательства на здоровье и тѣлесную неприкосновенность, поврежденіе вещей. Уголовное же Уложеніе опредѣляетъ неосторожное дѣяніе въ такой формѣ: „преступное дѣяніе считается *неосторожнымъ* не только тогда, когда виновный его не предвидѣлъ, хотя могъ и долженъ былъ оное предвидѣть, но также, когда онъ хотя и предвидѣлъ наступленіе послѣдствія, обусловливающаго преступность сего дѣянія, но легкомысленно предполагалъ такое послѣдствіе предотвратить".

32. Б. Внѣшняя сторона преступнаго дѣянія.

Существенно необходимымъ элементомъ каждаго преступленія является *дѣйствіе*, посредствомъ коего сознательная воля субъекта получаетъ свое осуществленіе. Противозаконное дѣйствіе съ его результатами во внѣшнемъ мірѣ составляютъ *внѣшнюю сторону* преступленія. Ступени, которыя воля проходитъ прежде, чѣмъ обнаружиться во внѣшнемъ мірѣ, сводятся въ теоріи къ слѣдующимъ типамъ: 1) воля обнаруженная, но не начавшая осуществляться, 2) воля осуществляющаяся и 3) воля осуществившаяся.

---

[1]) Напримѣръ, кто-нибудь бросаетъ изъ окна на улицу ненужную вещь, которая попадаетъ въ голову проходящаго и убиваетъ его.

Воля, не начавшая осуществляться, можетъ обнаружиться или въ формѣ т. н. *голаго умысла*, или въ формѣ *приготовленія*. Подъ *голымъ умысломъ* разумѣется обнаруженное на словахъ или письмѣ въ формѣ угрозы, похвальбы, предложенія намѣреніе совершить преступленіе. *Приготовленіемъ* же къ преступленію въ теоріи и нашемъ дѣйствующемъ Уложеніи называется прісканіе и пріобрѣтеніе средствъ для совершенія преступленія. Уголовное Уложеніе подъ это понятіе подводитъ и приспособленіе средствъ [1]). Наказуемость *приготовленія*, какъ и *голаго умысла*, по общему правилу, не предполагается и возможна лишь, по исключенію, при особо тяжкихъ преступныхъ дѣяніяхъ [2]).

Слѣдующую ступень развитія воли во внѣшнемъ мірѣ составляетъ покушеніе. Какъ начало осуществленія преступнаго намѣренія, покушеніе должно быть отличаемо, съ одной стороны, отъ голаго умысла и приготовленія, а съ другой—отъ совершенія преступленія. По дѣйствующему Уложенію *покушеніемъ* признается всякое дѣйствіе, коимъ начинается или продолжается *приведеніе* злого намѣренія въ исполненіе. Уголовное Уложеніе опредѣляетъ *покушеніе*, какъ дѣйствіе, коимъ начинается приведеніе въ исполненіе преступнаго дѣянія, учиненія коего желалъ виновный, не совершеннаго по обстоятельству, отъ воли виновнаго не зависѣвшему. Начатое преступленіе можетъ не совершиться по разнымъ обстоятельствамъ, въ виду чего признаютъ нѣсколько видовъ покушенія неодинаковой наказуемости. Такъ, дѣйствіе можетъ не дойти до совершенія потому, что самъ субъектъ по своей волѣ броситъ начатое дѣло, не окончивъ. Затѣмъ онъ можетъ не окончить его потому, что ему помѣшаютъ какія-нибудь независящія отъ него обстоятельства [3]). Наконецъ, онъ можетъ съ своей стороны окончить все, что было необходимо для совершенія задуманнаго преступленія, но по какимъ-нибудь причинамъ оно не удается [4]).

Послѣдняя ступень проявленія преступной воли лица во внѣшнемъ мірѣ—*совершеніе преступленія*. Подъ *совершеніемъ преступленія* падлежитъ разумѣть тотъ случай, когда задуманное преступникомъ вполнѣ имъ выполнено и намѣреніе его осуществилось.

Соучастіе. Преступленіе совершается не всегда однимъ лицомъ. Нерѣдко нѣсколько лицъ оказываются прикосновенными къ нему такъ или иначе: одни подговариваютъ, другіе обѣщаютъ скрыть совершенное, третьи помогаютъ какими-либо средствами. Такимъ образомъ возможны случаи, когда нѣсколько лицъ совершаютъ сообща какое-нибудь преступленіе, соединившись другъ съ другомъ, въ той или другой формѣ. Это и есть *соучастіе въ преступленіи*.

Различаютъ слѣдующія формы соучастія: а) соучастіе безъ предварительнаго соглашенія и б) соучастіе по предварительному

[1]) Напримѣръ, покупка или заряженіе оружія, приготовленіе яда.

[2]) Каковы преступленія государственныя, убійство и поджогъ.

[3]) Кто-нибудь, желая убить другого, прицѣлился въ него, но, благодаря укусу пчелы, опустилъ руку и не могъ выстрѣлить.

[4]) Напримѣръ, кто-нибудь стрѣляетъ въ другого, но дѣлаетъ промахъ

соглашенію, когда соучастники дѣйствуютъ и условливаются относительно мѣста, времени и способа совершенія преступленія, распредѣляютъ между собою обязанности. Первая форма соучастія называется *скопомъ*, а вторая—*заговоромъ*, въ отличіе отъ *шайки*, при которой нѣсколько лицъ вступаютъ въ союзъ, чтобы заниматься постоянно преступленіями. Шайка есть самая опасная форма соучастія и самая преступная.

Съ другой стороны, по степени участія въ преступленіи, совершаемомъ общими силами, различаютъ *главныхъ виновниковъ и пособниковъ*. *Главными виновниками* называются тѣ, которые своими физическими или умственными силами непосредственно совершили данное преступленіе. *Пособниками* же признаются тѣ лица, которыя не участвовали въ совершеніи самаго преступленія, а только содѣйствовали его совершенію [1]).

Наказаніе.

53. Право наказанія. Роды наказаній.

Фактъ существованія наказанія во всѣхъ государствахъ, на какой бы ступени развитія они ни стояли, не подлежитъ никакому сомнѣнію.

Государство, какъ одна изъ формъ правопорядка, поставлено въ безусловную необходимость отправлять уголовное правосудіе—судить и наказывать преступниковъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ нормы его фактически потеряютъ обязательную силу, и оно само разложится.

Наказаніемъ называются *мѣры, направленныя на пораженіе правъ преступника, предпринимаемыя государствомъ по судебному приговору, въ видахъ обезпеченія безопасности общества.*

Наказаніе должно удовлетворять извѣстнымъ качествамъ для успѣшнаго его примѣненія. Къ числу этихъ качествъ относятся: 1) *равенство* наказанія для всѣхъ гражданъ; 2) возможная *индивидуальность* наказанія, т.-е. оно должно касаться только преступника; 3) *дѣлимость* наказанія: оно должно соотвѣтствовать каждому отдѣльному случаю въ безконечномъ разнообразіи преступленій; 4) *цѣлесообразность* наказанія, предполагающая возможно полное достиженіе преслѣдуемыхъ государствомъ цѣлей, т.-е. прежде всего обезпеченіе безопасности общества; 5) возможная *отмѣнимость и вознаградимость* наказанія на случай, если бы впослѣдствіи оказалось, что наказанъ невинный, или хотя и виновный, но свыше мѣры своей вины.

Уложеніе о наказаніяхъ уголовныхъ и исправительныхъ устанавливаетъ слѣдующіе виды **уголовныхъ** наказаній:

1) *Смертная казнь.*

2) *Ссылка въ каторжныя работы*—безсрочная или срочная.

3) *Ссылка на поселеніе* въ мѣстностяхъ, къ тому предназначенныхъ по закону 10-го іюня 1900 года, примѣняется въ качествѣ самостоятельнаго наказанія за нѣкоторыя преступленія противъ

[1]) Поэтому нанявшій убійцу и самъ наемникъ, совершившій убійство,—главные виновники.

вѣры, государственныя и противъ порядка управленія. Уголовное Уложеніе устанавливаетъ ссылку на поселеніе безъ срока.

Что касается **исправительныхъ** наказаній, то дѣйствующее Уложеніе относитъ къ числу ихъ: отдачу въ исправительныя арестантскія отдѣленія, заключеніе въ крѣпости и тюрьмѣ, арестъ, выговоръ, замѣчаніе, внушеніе и денежныя взысканія.

Уголовное Уложеніе признаетъ перечисленные виды исправительныхъ наказаній, при чемъ выдѣляетъ въ особый родъ наказанія *заключеніе въ исправительномъ домѣ*.

Дѣйствующее Уложеніе различаетъ три вида лишенія правъ:

1) *Лишеніе всѣхъ правъ состоянія*, которое состоитъ въ лишеніи не только политическихъ, но и гражданскихъ правъ.

2) *Лишеніе всѣхъ особенныхъ* лично и по состоянію присвоенныхъ правъ и преимуществъ.

3) *Лишеніе нѣкоторыхъ особенныхъ правъ*, лично и по состоянію присвоенныхъ.

Уголовное Уложеніе различаетъ 4 разряда лишенія правъ: *лишеніе правъ состоянія* и титуловъ почетнаго званія, *лишеніе правъ служебныхъ*, *срочное лишеніе нѣкоторыхъ правъ*, *лишеніе правъ профессіональныхъ*.

Условное досрочное освобожденіе. Законъ 22 іюня 1909 года устанавливаетъ институтъ условнаго досрочнаго освобожденія. Сущность его состоитъ въ томъ, что для приговореннаго къ наказанію сокращается отбываемое имъ наказаніе.

54. Важнѣйшіе виды уголовныхъ преступленій.

Всѣ преступленія сводятся къ тремъ группамъ: 1) преступленія противъ интересовъ государства; 2) преступленія противъ интересовъ общества; 3) преступленія противъ частно-гражданскихъ интересовъ.

Преступленія противъ частныхъ интересовъ. Они могутъ касаться и личности, какъ таковой, и его имущества.

Преступленія противъ личности:

a) Преступленія противъ жизни: убійство.

b) Тѣлесныя поврежденія: увѣчья, раны, побои, истязанія и мученія, разстройство здоровья.

c) Преступленія противъ свободы.

d) Преступленія противъ чести.

Преступленія противъ имущества:

a) Посягательства корыстныя: кража, разбой и грабежъ, мошенничество, присвоеніе и растрата чужого движимаго имущества вымогательство.

b) Посягательства не корыстныя: поврежденіе и истребленіе имущества.

Преступленія противъ интересовъ общежитія: преступленія противъ, вѣры, подлогъ.

Государственныя преступленія: посягательства на коронованныя особы, бунтъ, измѣна, смута.

II. УГОЛОВНЫЙ ПРОЦЕССЪ

(или уголовное судопроизводство).

55. Общія замѣчанія.

Уголовное судопроизводство, или *уголовный процессъ* есть дѣятельность органовъ государственной власти, направленная къ изслѣдованію преступныхъ нарушеній права и къ наложенію на виновныхъ въ этихъ нарушеніяхъ установленныхъ въ законѣ наказаній. Защищая правовой порядокъ отъ нарушеній, государство, естественно, вступаетъ въ борьбу, въ споръ съ нарушителями правопорядка. Рѣшить этотъ споръ и призвано учрежденіе, снабженное всѣми необходимыми для сего средствами карательной власти,— *уголовный судъ*.

Судъ долженъ обезпечить, съ одной стороны, интересы общаго блага, а съ другой—интересы отдѣльной личности.

Въ уголовномъ процессѣ принимаютъ участіе: 1) стороны и 2) органы судебной власти.

Сторонами въ уголовномъ процессѣ являются: а) *обвиняемый* въ преступномъ нарушеніи, или *подсудимый* и б) *обвинитель*—лицо, преслѣдующее обвиняемаго и требующее для него суда и наказанія. Судебное преслѣдованіе за преступленія возбуждается какъ должностными, такъ и частными лицами. Потерпѣвшее по дѣлу лицо, заявившее въ уголовномъ судѣ требованіе о вознагражденіи его за вредъ и убытки, причиненные ему преступленіемъ, называется *гражданскимъ истцомъ*.

Органами судебно-уголовной власти въ Россіи, по Суд. Уст. 20-го ноября 1864 года, являются тѣ же должностныя лица и учрежденія, которымъ ввѣрено и гражданское правосудіе, какъ-то: мировые судьи, съѣзды мировыхъ судей, окружные суды, судебныя палаты и Уголовный Кассаціонный Департаментъ Правительствующаго Сената. Кромѣ того, въ виду нѣкоторыхъ особенностей уголовнаго процесса по сравненію съ гражданскимъ, въ уголовномъ процессѣ принимаютъ участіе нѣсколько вспомогательныхъ органовъ уголовнаго правосудія: судебные слѣдователи, прокуратура и присяжные засѣдатели.

Подсудность уголовныхъ дѣлъ зависитъ, съ одной стороны, отъ мѣста совершенія преступленія (мѣстная подсудность), а съ другой стороны—отъ степени его важности (предметная подсудность).

Основныя начала уголовнаго процесса Судебными Уставами 20 ноября 1864 года выражены въ слѣдующихъ главныхъ положеніяхъ: 1) Никто не можетъ быть наказанъ за преступленія и проступки, подлежащіе вѣдомству судебныхъ мѣстъ, не бывъ присужденъ къ наказанію вошедшимъ въ законную силу приговоромъ надлежащаго

суда. Здѣсь выражено начало *отдѣленія судебной власти отъ административной.* 2) *Судебная власть отдѣляется отъ обвинительной,*—преслѣдованіе виновныхъ начинается и производится органами, отдѣльными отъ судей. Вмѣшательство суда въ начатіе уголовныхъ дѣлъ и производство первоначальныхъ изысканій можетъ имѣть вредное вліяніе на мнѣніе судей при самомъ разрѣшеніи дѣла, на безпристрастіе суда. 3) *Гласность суда,*—засѣданія уголовнаго суда, кромѣ случаевъ, въ законѣ указанныхъ, происходятъ публично. Этимъ ограждается правильность процесса, который ведется подъ контролемъ общественнаго мнѣнія, достигается довѣріе общества къ суду и цѣль воспитанія общества въ духѣ правосознанія и законности. 4) *Уничтоженіе теоріи формальныхъ доказательствъ,*—вина или невинность подсудимыхъ опредѣляется по внутреннему убѣжденію судей, основанному на обсужденіи въ совокупности всѣхъ обстоятельствъ дѣла. 5) *Равноправность сторонъ* въ процессѣ, по крайней мѣрѣ, въ той его стадіи, когда передъ судомъ выступаютъ обѣ спорящія стороны. 6) *Устность процесса,*—судъ лично и непосредственно знакомится съ доказательствами, рѣшаетъ дѣла не по актамъ письменнаго производства, а на основаніи изустныхъ показаній, и прочтеніе письменныхъ актовъ допускается только въ крайней необходимости. 7) *Участіе общества въ отправленіи уголовнаго правосудія,*—къ разрѣшенію наиболѣе важныхъ уголовныхъ дѣлъ (когда подсудимому грозитъ лишеніе правъ) допускаются присяжные засѣдатели, которые, независимо отъ суда короннаго, опредѣляютъ вину или невиновность подсудимаго.

56. Судебныя мѣста.

Общія судебныя мѣста. Согласно Уставу Уголовнаго Судопроизводства, общими судебными мѣстами, разбирающими важныя и крупныя уголовныя преступленія, у насъ являются:

a) *окружные суды,*
b) *судебныя палаты,*
c) *Сенатъ.*

Всѣ эти судебныя мѣста отличаются другъ отъ друга какъ по своей компетенціи, то-есть по тому кругу дѣлъ, которыя они вѣдаютъ, такъ и по своему составу и по своей организаціи.

Судъ для разбора мелкихъ дѣлъ. На ряду съ крупными уголовными преступленіями, могутъ являться и мелкія уголовныя правонарушенія, игнорировать которыя государство не можетъ.

Но мелкіе проступки встрѣчаются гораздо чаще, чѣмъ крупные. Предоставить разборъ ихъ общимъ судебнымъ мѣстамъ было бы нежелательно, по многимъ причинамъ.

Наше законодательство отдѣляетъ мелкія правонарушенія отъ крупныхъ и поручаетъ ихъ разборъ особымъ судебнымъ мѣстамъ, а именно: *мировымъ судебнымъ учрежденіямъ, городскимъ судьямъ, земскимъ начальникамъ, уѣзднымъ членамъ окружныхъ уѣздныхъ судовъ, уѣзднымъ съѣздамъ и губернскимъ присутствіямъ.*

57. Компетенція судовъ.

1) *Окружные суды*—въ качествѣ *1-й инстанціи*—вѣдаютъ дѣла превышающія компетенцію мировыхъ и городскихъ судей, уѣздныхъ членовъ окружнаго суда и земскихъ начальниковъ, при чемъ дѣла о преступленіяхъ или проступкахъ, за которые въ законѣ положены наказанія, соединенныя съ лишеніемъ всѣхъ правъ состоянія или всѣхъ особенныхъ лично и по состоянію присвоенныхъ правъ и преимуществъ, разбираются окружными судами при участіи присяжныхъ засѣдателей; дѣла же, не влекущія за собой указанныхъ наказаній, разбираются окружными судами безъ присяжныхъ засѣдателей. Окружные суды, затѣмъ, являются *апелляціонной инстанціей* для дѣлъ, рѣшенныхъ уѣздными членами окружного суда.

2) *Судебныя палаты*—являются, во-1-хъ, судомъ *1-й инстанціи* для болѣе важныхъ, особливыхъ уголовныхъ дѣлъ, а именно: a) для государственныхъ преступленій, b) для дѣлъ противъ порядка управленія, c) для преступленій по должности, совершенныхъ должностными лицами въ предѣлахъ ихъ службы, и d) для важныхъ дѣлъ, учиненныхъ противъ законовъ о печати. При чемъ нѣкоторыя изъ этихъ дѣлъ разсматриваются палатой съ участіемъ *сословныхъ представителей*, а нѣкоторыя—безъ этого участія. Судебныя палаты, во-2-хъ, являются *апелляціонной инстанціей* для дѣлъ, рѣшенныхъ окружными судами,—безъ участія присяжныхъ засѣдателей. Судебныя палаты, въ-3-хъ, являются органами *предаия суду* лицъ, виновныхъ въ преступленіяхъ, подлежащихъ разбирательству окружныхъ судовъ съ участіемъ присяжныхъ засѣдателей.

3) *Сенатъ*—разбираетъ, во-1-хъ, въ качествѣ *1-й инстанціи* важнѣйшія государственныя преступленія и служебныя преступленія высшихъ должностныхъ лицъ, во-2-хъ, онъ является *апелляціонной инстанціей* для разбора дѣлъ, рѣшенныхъ судебными палатами, въ-3-хъ, онъ является высшей *кассаціонной инстанціей*.

58. Составъ судовъ.

Судъ можетъ состоять, *во-первыхъ*, изъ постоянныхъ коронныхъ судей, то-есть изъ лицъ, спеціально посвятившихъ себя судебной дѣятельности, опредѣляемыхъ и утверждаемыхъ въ своихъ должностяхъ Верховною властью. Судъ можетъ состоять, *во-вторыхъ*, изъ смѣшаннаго элемента, то-есть въ составъ его могутъ входить какъ коронные судьи, такъ и обыкновенные граждане, исполняющіе судебныя функціи не по назначенію, не по долгу службы, а отбывающіе эту дѣятельность временно, какъ представители общества, заинтересованнаго въ правосудіи.

Однимъ изъ началъ, введенныхъ Судебными Уставами 1864 года, явилось привлеченіе къ участію въ судебномъ разбирательствѣ окружнаго суда народныхъ представителей—*присяжныхъ засѣдателей*.

19. Движеніе процесса.

а) *Возбужденіе судебнаго преслѣдованія и предварительное слѣдствіе.*

Дѣятельность уголовнаго суда не можетъ начаться случайно, произвольно,—необходимо, чтобы существовали законные поводы къ возбужденію судебнаго преслѣдованія. Согласно Уставу уголовнаго судопроизводства, законными поводами у насъ признаются: 1) обвиненія и жалобы частныхъ лицъ, 2) сообщенія полиціи, присутственныхъ мѣстъ и должностныхъ лицъ, 3) явка съ повинной, 4) возбужденіе дѣла прокуроромъ и 5) возбужденіе дѣла по непосредственному усмотрѣнію судебнаго слѣдователя.

Возбужденное дѣло не сразу поступаетъ на разсмотрѣніе суда, который считается съ уже установленными данными. Необходимо прежде собрать эти данныя, уяснить самое событіе преступленія, намѣтить его вѣроятныхъ виновниковъ, собрать и сохранить доказательства, словомъ, необходимо произвести подготовительное изслѣдованіе даннаго дѣла. Это подготовительное изслѣдованіе распадается на двѣ стадіи: во-первыхъ — на *дознаніе* и во-вторыхъ — на *предварительное слѣдствіе.*

Дознаніе имѣетъ своею цѣлью собрать первый подготовительный матеріалъ для судебнаго разслѣдованія.

Предварительное слѣдствіе производится по болѣе важнымъ преступленіямъ; оно обязательно по дѣламъ, влекущимъ за собою для виновнаго ограниченіе или лишеніе правъ состоянія. Самое производство предварительнаго слѣдствія возложено закономъ на *судебныхъ слѣдователей.* Судебные слѣдователи это—особыя должностныя лица, состоящія при окружныхъ судахъ и завѣдующія слѣдствіемъ каждый въ своемъ участкѣ.

Когда всѣ дѣйствія, относящіяся къ предварительному слѣдствію, будутъ выполнены,—наступаетъ конецъ слѣдствію. Этотъ конецъ можетъ осуществиться въ двоякой формѣ: или 1) въ видѣ прекращенія слѣдствія, или 2) въ видѣ заключенія слѣдствія.

b) *Преданіе суду.*

Прокуроръ окружнаго суда, получивъ отъ судебнаго слѣдователя предварительное слѣдствіе, долженъ въ теченіе *семидневнаго* срока рѣшить: 1) подлежитъ ли дѣло вѣдѣнію прокурорской власти, 2) произведено ли слѣдствіе съ надлежащей полнотою и 3) слѣдуетъ ли обвиняемаго предать суду, или дѣло о немъ должно быть прекращено.

Если прокуроръ рѣшитъ, что дѣло, подлежитъ его вѣдѣнію, что предварительнымъ слѣдствіемъ собранъ достаточный матеріалъ, что обвиняемаго слѣдуетъ предать суду, то составляетъ *обвинительный актъ.* Въ этомъ обвинительномъ актѣ должны быть обозначены: 1) событіе, заключавшее въ себѣ признаки преступнаго дѣянія; 2) время и мѣсто совершенія сего преступнаго дѣянія, насколько это извѣстно; 3) званіе, имя, отчество или прозвище обвиняемаго. 4) сущность доказательствъ и уликъ собранныхъ по дѣлу противъ

обвиняемаго; 5) опредѣленіе по закону: какому именно преступленію соотвѣтствуютъ признаки разсматриваемаго дѣянія. Къ обвинительному акту прокуроръ прилагаетъ и списокъ лицъ, которыя, по его мнѣнію, должны быть вызваны въ судебное засѣданіе для выясненія дѣла.

Составивъ такимъ образомъ обвинительный актъ, прокуроръ окружнаго суда представляетъ его затѣмъ, вмѣстѣ со всѣмъ производствомъ предварительнаго слѣдствія, или въ судебную палату, если дѣло касается преступленія, влекущаго за собой лишеніе или ограниченіе правъ состоянія, или въ окружный судъ, если предметъ дѣла составляетъ дѣяніе менѣе важное.

Судебная палата, получивъ обвинительный актъ и предварительное слѣдствіе, приступаетъ къ ихъ разсмотрѣнію.

Свое *опредѣленіе о преданіи суду* палата сообщаетъ окружному суду, который послѣ этого и приступаетъ къ предварительнымъ распоряженіямъ для того своего засѣданія, предметомъ котораго будетъ судъ надъ подсудимымъ.

Кромѣ судебной палаты, какъ органа преданія суду по болѣе важнымъ преступленіямъ, у насъ существуетъ еще нѣсколько *спеціальныхъ органовъ*, а именно: въ государственныхъ преступленіяхъ— по дѣламъ, подлежащимъ суду палаты съ сословными представителями, суду предаетъ *1-й департаментъ Сената.*

60. Судебное засѣданіе.

а) *Приготовительныя распоряженія.*

Подъ приготовительными распоряженіями разумѣется совокупность тѣхъ мѣръ, которыя предпринимаетъ судъ для того, чтобы обезпечить правильное разсмотрѣніе дѣла на судебномъ засѣданіи. Судъ долженъ опредѣлить мѣсто разбирательства, время засѣданія, составъ присутствія, разобрать затѣмъ жалобы и заявленія, возбуждаемыя заинтересованными сторонами относительно порядка производства, вызвать свидѣтелей къ судебному засѣданію и составить служебный списокъ присяжныхъ засѣдателей и т. д.

b) *Открытіе судебнаго засѣданія.*

Въ назначенное для судебнаго засѣданія время предсѣдатель суда, удостовѣряясь, что всѣ должностныя лица, обязанныя присутствовать въ этомъ засѣданіи, находятся налицо, открываетъ засѣданіе, объявляя, какое дѣло подлежитъ разсмотрѣнію, и приказываетъ ввести подсудимаго въ залу засѣданія.

с) *Судебное слѣдствіе.*

Судебное слѣдствіе начинается чтеніемъ обнинительнаго акта или жалобы частнаго обвинителя, послѣ чего предсѣдатель суда въ краткихъ словахъ излагаетъ существо обвиненія и спрашиваетъ подсудимаго, признаетъ ли онъ себя виновнымъ или нѣтъ?

Помимо повѣрки и разсмотрѣнія матеріала, собраннаго предварительнымъ слѣдствіемъ, и данныхъ, приводимыхъ сторонами, судъ долженъ самъ постараться разыскать и иныя доказательства,

могущія уяснить дѣло. Судебное слѣдствіе является одной изъ важнѣйшихъ стадій процесса, и результатъ его оказываетъ громадное вліяніе на судебный приговоръ.

d) *Пренія сторонъ.*

Завершеніемъ судебнаго слѣдствія являются *пренія сторонъ.* Предшествующія этому пренію дѣйствія судебнаго слѣдствія служатъ къ *выясненію* и подбору *фактовъ*, ихъ *наличности*, ихъ *достовѣрности*, судебныя же пренія сторонъ имѣютъ своею цѣлью *оцѣнку* этихъ фактовъ, наличность которыхъ уже считается удостовѣренной. Такимъ образомъ, задачей пренія сторонъ является разсмотрѣніе *внутренней* стороны дѣла, *мотивовъ*, *причинъ*, благодаря которымъ это дѣло совершилось.

Самый порядокъ судебныхъ преній опредѣляется такъ: сначала прокуроръ или частный обвинитель произносятъ обвинительную рѣчь. Послѣ рѣчи прокурора или частнаго обвинителя говорятъ защитительную рѣчь подсудимый или его защитникъ.

Послѣ изложенія защиты подсудимымъ или его защитникомъ какъ прокуроръ, такъ и частный обвинитель могутъ представлять свои возраженія, но, во всякомъ случаѣ, право послѣдняго слова принадлежитъ подсудимому или его защитнику. Послѣ окончательныхъ объясненій со стороны защиты, предсѣдатель суда спрашиваетъ самого подсудимаго, не можетъ ли онъ представить еще что-либо въ свое оправданіе и, въ случаѣ отрицательнаго отвѣта, объявляетъ пренія сторонъ прекращенными.

e) *Постановленіе и объявленіе судебнаго приговора.*

По окончаніи судебныхъ преній наступаетъ послѣдняя стадія судебнаго разбирательства, та именно, къ которой стремилась вся его предшествующая дѣятельность, то-есть *постановленіе судебнаго приговора.* Она начинается съ постановленія судомъ, при участіи заинтересованныхъ сторонъ, вопросовъ, на которые слѣдуетъ отвѣтить для разрѣшенія дѣла.

Если дѣло разбиралось съ участіемъ присяжныхъ засѣдателей, то въ вопросахъ, предлагаемыхъ на ихъ рѣшеніе, ничего не упоминается о томъ, какому наказанію должно подвергнуть осужденнаго. Присяжные засѣдатели должны отвѣтить только на то, признаютъ ли они безусловно виновнымъ подсудимаго, или виновнымъ, но заслуживающимъ снисхожденія, или оправдываютъ его, отвѣчая: „нѣтъ, не виновенъ".

61. Обжалованіе судебныхъ рѣшеній.

Какъ въ гражданскомъ процессѣ, такъ и въ уголовномъ заинтересованныя стороны могутъ просить о пересмотрѣ судебныхъ рѣшеній, обжаловавъ ихъ въ *кассаціонномъ* или *апелляціонномъ* порядкѣ.

Кассація установлена для всѣхъ *окончательныхъ* рѣшеній, *апелляціонныя* же жалобы можно приносить только на судебные приговоры *неокончательные.*

Повторительные вопросы и отвѣты.

1) Инстанціи мировыхъ судебныхъ установленій? Мировые судьи—1-ая инстанція, съѣзды мировыхъ судей—2-ая инстанція. 2) Вторая инстанція для дѣлъ, разсмотрѣнныхъ въ окружныхъ судахъ? Судебная палата. 3) Какая бываетъ подсудность? Мѣстная и предметная. 4) Стороны въ судѣ? Истецъ и отвѣтчикъ. 5) Основныя начала гражданскаго процесса? Отдѣленіе судебной власти отъ административной, равноправность сторонъ въ процессѣ, устность и публичность процесса, состязательность процесса. 6) Что разумѣется подъ гражданскимъ искомъ? Предъявленное суду требованіе истца о разрѣшеніи возникшаго между нимъ и отвѣтчикомъ спора о гражданскомъ правѣ. 7) Доказательства въ гражданскомъ процессѣ? Признаніе тяжущимися извѣстныхъ обстоятельствъ, свидѣтельскія показанія, дознаніе черезъ окольныхъ людей, свѣдущіе люди (эксперты), письменныя доказательства, присяга. 8) Способы обжалованія судебныхъ рѣшеній? a) Апелляціонная жалоба, b) просьба о кассаціи рѣшенія и c) просьба о пересмотрѣ рѣшенія по вновь открывшимся обстоятельствамъ. 9) Что такое апелляція? Просьба объ измѣненіи по существу рѣшенія, постановленнаго въ низшемъ судѣ, вслѣдствіе неправильности этого рѣшенія. 10) Кассація? Просьба тяжущагося объ уничтоженіи окончательнаго судебнаго приговора вслѣдствіе его незаконности и о постановленіи соотвѣтствующимъ судомъ новаго рѣшенія. 11) Заочное рѣшеніе? Рѣшеніе, постановленное въ отсутствіе отвѣтчика. 12) Что такое преступленіе? Юридически вмѣняемое дѣяніе, запрещенное закономъ подъ страхомъ наказанія. 13) Вмѣняемость? Такое состояніе даннаго лица, въ которомъ его преступныя дѣянія могутъ быть ему поставлены въ вину. 14) Обстоятельства, исключающія преступность дѣянія? Необходимая оборона, крайняя необходимость, принужденіе и т. п. 15) Существенные элементы умысла? Сознаніе совершаемаго, предвидѣніе послѣдствій и сознаніе противозаконности дѣянія. 16) Что называется наказаніемъ? Мѣры, направленныя на пораженіе правъ преступника, предпринимаемыя государствомъ по судебному приговору, въ видахъ обезпеченія безопасности общества. 17) Стороны въ уголовномъ процессѣ? Подсудимый, или обвиняемый и обвинитель. 18) Начало, введенное Судебными уставами 1864 г.? Привлеченіе къ участію въ судебномъ разбирательствѣ окружныхъ судовъ народныхъ представителей—присяжныхъ засѣдателей. 19) Какія стадіи проходитъ дѣло? a) Приготовительныя распоряженія, b) открытіе судебнаго засѣданія, c) судебное слѣдствіе, d) пренія сторонъ и e) постановленіе судебнаго приговора.

Русская хрестоматія.

Борьба старыхъ началъ съ новыми по произведеніямъ „Горе отъ ума“ Грибоѣдова, „Доходное мѣсто“ Островскаго и „Отцы и дѣти“ Тургенева.

Планъ.

Вступленіе. Литература—зеркало жизни.

Изложеніе. Развитіе основной идеи въ произведеніяхъ „Горе отъ ума“, „Доходное мѣсто“ и „Отцы и дѣти“.

1) Борьба Чацкаго съ московскимъ обществомъ 20-хъ годовъ.
   a) Идеалы московскаго общества.
   b) Идеалы и понятія Чацкаго, какъ представителя молодого поколѣнія.
   c) Борьба Чацкаго съ московскимъ обществомъ и его судьба.
2) Роль Жадова въ борьбѣ со старымъ обществомъ.
   a) Идеалы Жадова, какъ противовѣсъ взглядамъ и понятіямъ окружавшаго его общества.
   b) Наивность Жадова и слабость воли, какъ основная черта его характера.
   c) Нравственное паденіе, какъ слѣдствіе его слабоволія.
3) Базаровъ, какъ представитель новыхъ идейныхъ теченій, возникшихъ въ 60-хъ годахъ XIX вѣка.
   a) Его новые взгляды на міръ и на жизнь.
   b) Противорѣчія между его идеалами и поведеніемъ.
   c) Моральное пораженіе Базарова, какъ слѣдствіе душевныхъ противорѣчій его натуры.

Заключеніе. Отношеніе авторовъ къ своимъ героямъ.

Общественная, а вмѣстѣ съ ней и идейная жизнь человѣчества непрерывно развивается, и это развитіе требуетъ борьбы и страданій. Каждая новая ступень въ общественномъ развитіи, каждая смѣна идей сопровождается борьбой стараго съ новымъ, при чемъ первые глашатаи новыхъ идей, первые ихъ защитники обыкновенно погибаютъ въ этой борьбѣ, такъ какъ они тогда еще слишкомъ малочисленны по сравненію съ своими противниками, при-

верженцами старыхъ устьевъ. Художественная литература, какъ вѣрное отраженіе жизни, обыкновенно воспроизводитъ каждую такую смѣну идей, сопровождающуюся сильнымъ общественнымъ движеніемъ; въ образахъ она старается изобразить это движеніе и борьбу, при чемъ прогрессивныя начала воплощаются въ одномъ какомъ-либо лицѣ, которому приходится бороться со всѣмъ окружающимъ его старымъ обществомъ. Подобная борьба двухъ поколѣній изображена и въ лучшихъ произведеніяхъ русской литературы.

Въ комедіяхъ „Горе отъ ума" и „Доходное мѣсто" и въ романѣ „Отцы и дѣти" изображена эта борьба въ различныя эпохи XIX в.: Грибоѣдовъ изобразилъ эту борьбу образованнаго человѣка съ старымъ обществомъ въ эпоху 20-хъ годовъ; Островскій представилъ подобную же картину, относящуюся къ болѣе поздней эпохѣ 50-хъ годовъ; дѣйствіе же романа Тургенева относится къ 60-мъ годамъ. Поборниками новыхъ началъ являются: Чацкій, Жадовъ и Базаровъ. Всѣхъ ихъ сближаетъ общность положенія людей съ новыми идеалами среди стараго общества, закоренѣлаго въ устарѣвшихъ понятіяхъ.

Чацкій окруженъ людьми московскаго общества, у которыхъ вся цѣль жизни сводится къ матеріальнымъ, эгоистическимъ наслажденіямъ: быть увѣшаннымъ орденами, ѣсть на золотѣ, имѣть сто человѣкъ къ услугамъ, ѣздить цугомъ и т. д.; для достиженія этого идеала ими рекомендуется угождать вліятельнымъ лицамъ, гнуться въ перегибъ, низкопоклонничать и унижаться. Между тѣмъ, идеалы и понятія Чацкаго прямо противоположны идеаламъ и понятіямъ московскаго общества: какъ честный и образованный человѣкъ, онъ не можетъ равнодушно относиться къ тѣмъ порядкамъ, которые установились въ московскомъ обществѣ, къ ихъ раболѣпству, лицепріятію, формализму и служебнымъ преступленіямъ; онъ мечтаетъ о служеніи не лицамъ, а обществу, а въ личной жизни выше всего ставитъ свободу и независимость; изъ удовольствій же онъ признаетъ одни возвышенныя наслажденія наукой, искусствомъ, творчествомъ.

Эти идеалы онъ проповѣдуетъ въ московскомъ обществѣ. Но голосъ его—это голосъ вопіющаго въ пустынѣ: никѣмъ не понятый, всѣми отвергнутый, даже любимой дѣвушкой, онъ вынужденъ покинуть поле битвы и удалиться. Отступленіе Чацкаго является почетнымъ; въ моральномъ отношеніи онъ даже остается побѣдителемъ.

Не столь почетно отступаетъ другой поборникъ новыхъ началъ, герой комедіи Островскаго „Доходное мѣсто", Жадовъ. Въ началѣ комедіи онъ возвышается надъ міромъ чиновниковъ, погрязшихъ во взяточничествѣ и лишенныхъ какимъ бы то ни было нравственныхъ устоевъ, своимъ благородствомъ, независимостью мысли и возвышенными нравственными взглядами. Но въ спорахъ объ этихъ понятіяхъ онъ не обнаруживаетъ жизненнаго опыта и большого умственнаго развитія и уступаетъ въ этомъ отношеніи своему дядѣ, чиновнику Вишневскому. Онъ совершенно теряется передъ разсужденіями дяди о преступности, низости и безчестіи окружающаго

общества и не въ состоянiи возразить ему ничего путнаго; единственно, что поддерживаетъ его—это нравственный инстинктъ, который и заставляетъ его сказать: „не вѣрю я вамъ, не хочу вѣрить, что общество такъ развратно“. Это совершенное незнанiе жизни и слѣпая вѣра въ людей являются источникомъ его заблужденiя и относительно Полины. Онъ идеализируетъ ее, представляя себѣ, что на нее еще не успѣла повлiять семейная обстановка. Онъ полагаетъ, что ея душа еще нетронута, и читаетъ ей длинныя наставленiя о назначенiи женщины, о значенiи и необходимости труда, о нравственномъ долгѣ и чести. Разумѣется, всѣ эти рѣчи для окружающихъ лишены всякаго внутренняго содержанiя и вызываютъ въ нихъ только смѣхъ. Вначалѣ они еще боятся его, какъ безпокойнаго человѣка, который дерзаетъ высказывать независимые взгляды и давать моральную оцѣнку такимъ дѣламъ чиновниковъ, о которыхъ не должно быть никакого разговору. Но понемногу боязнь переходитъ въ презрѣнiе за непрактичность. Это презрѣнiе имѣло тѣмъ больше основанiя, что Жадовъ не стряхнулъ съ себя окончательно праха того мiра, который такъ противорѣчилъ его идеаламъ, не вступилъ съ нимъ въ рѣшительную борьбу, а, напротивъ, счелъ возможнымъ приспособляться къ его требованiямъ и капризамъ; онъ даже прибѣгалъ къ протекцiи дяди для повышенiя по службѣ, когда рѣшилъ жениться на Полинѣ. Еще замѣтнѣе падаетъ Жадовъ послѣ брака, когда любимая имъ Полина настойчиво требуетъ отъ него денегъ и нарядовъ. Здѣсь онъ окончательно оказывается неспособнымъ совладать со своей волей и идетъ на самый тяжелый моральный компромиссъ: онъ проситъ у дяди доходнаго мѣста. Это слабоволiе, эта способность отказаться отъ своего идеала и поступать противно своимъ убѣжденiямъ при первой встрѣчѣ съ враждебными обстоятельствами — составляетъ главное отличiе Жадова отъ Чацкаго.

Въ романѣ Тургенева „Отцы и дѣти“ носитель новыхъ началъ, Базаровъ, случайно умираетъ отъ заразы во время своихъ естественно-научныхъ опытовъ, и эта случайная смерть лишаетъ насъ возможности увидѣть судьбу новыхъ началъ. Но уже въ отношенiи автора къ своему герою видно моральное пораженiе Базарова. Дѣло въ томъ, что Базаровъ является представителемъ того трезваго, реалистическаго теченiя общественной мысли 60-хъ годовъ, которое было противопоставлено „прекрасно-душному“ идеализму отживавшаго поколѣнiя 40-хъ годовъ. Въ силу естественной реакцiи это новое теченiе стало безпощадно отвергать всѣ прежнiе идеалы и вѣрованiя; оно скептически относилось ко всему, что прежде считалось святымъ и несомнѣннымъ: къ религiи, искусству, поэзiи, родительской и сыновней любви, любви къ женщинѣ вообще, ко всякому авторитету; оно признавало только разумъ и все, что можно провѣрить разумомъ. Но въ результатѣ оказалось, что это новое теченiе, извѣстное подъ названiемъ: „нигилизмъ“, было сильно только въ своемъ отрицанiи—никакой положительной программы у него не было,—и Базаровъ, какъ представитель этого новаго

теченія, погибъ въ трагическомъ сознаніи своего пораженія, побѣжденный такими неустранимыми изъ жизни силами, какъ любовь къ женщинѣ, родителямъ и т. д. Такимъ образомъ, несмотря на свою героическую борьбу за „новое міровоззрѣніе", Базаровъ въ извѣстной степени оказывается морально побѣжденнымъ.

Такъ, одна и та же участь постигла и Чацкаго, и Жадова, и Базарова,—всѣ они въ извѣстной степени оказываются побѣжденными: одинъ—въ силу своего одиночества, другой—вслѣдствіе слабовольности и неустойчивости своего характера, третій—благодаря непроясненности и незаконченности тѣхъ идей, которыя онъ воспринялъ. И авторы различно относятся къ своимъ героямъ: одинъ—съ вѣрой въ торжество новыхъ началъ въ русской жизни, другой — съ извѣстнымъ скептицизмомъ, третій — даже съ явной враждебностью.

Характеристика Катерины по драмѣ Островскаго „Гроза".

Планъ.

Вступленіе. Драма Островскаго „Гроза", какъ источникъ для характеристики Катерины.

Изложеніе. Духовный обликъ Катерины.

I) Ея чисто-личныя черты характера.

1) Врожденное богатство воображенія.
2) Нѣжность ея души, глубина и сила ея чувствъ.

II) Черты характера, проявляемыя ею по отношенію къ окружающимъ.

1) Прямота и искренность.
2) Независимость.

Заключеніе. Катерина—„лучъ свѣта въ темномъ царствѣ", по опредѣленію Добролюбова.

Духовныя причины паденія античнаго міра по поэмѣ Майкова „Три смерти".

Планъ.

Вступленіе. Причины паденія древней Римской имперіи.

Изложеніе. Упадокъ Рима по поэмѣ „Три смерти".

1) Жестокость и сумасбродство римскаго императора Нерона.
2) Политическій и нравственный упадокъ римскаго сената.
3) Умственное и нравственное вырожденіе римскаго населенія.
4) Упадокъ науки, философіи и искусства.

Заключеніе. Гибель лучшихъ римскихъ гражданъ и естественный конецъ Рима.

Паденіе древней Римской имперіи произошло вслѣдствіе цѣлаго ряда причинъ: соціальныхъ, экономическимъ и политическихъ. Въ

конечномъ счетѣ всѣ эти причины сводятся къ одной основной и существенной—моральному паденію римлянъ, которые, вслѣдствіе этого, не могли уже выдержать соперничества съ германскими племенами, сохранившими первобытную чистоту нравовъ.—Къ концу существованія имперіи завоевательная политика Рима достигла высшей точки своего развитія, а вслѣдствіе завоеваній стали стекаться въ Римъ богатства цѣлаго міра. Результаты не замедлили обнаружиться: въ то время, какъ на одномъ полюсѣ древняго римскаго общества появилась крайняя бѣдность, на другой сторонѣ его, въ образѣ жизни высшаго, аристократическаго класса, явилась крайняя неумѣренность и роскошь. Съ другой стороны, императорская власть выродилась къ этому времени въ безудержный произволъ, граничившій съ безуміемъ. По малѣйшей прихоти римскаго императора приговаривались къ смертной казни лучшіе и образованнѣйшіе люди Римской имперіи. Единственной милостью было дозволеніе приговоренному самому выбрать себѣ родъ смерти. Такъ погибли и представленные въ произведеніи Майкова „Три смерти“ поэтъ Луканъ, философъ Сенека и эпикуреецъ Люцій.

Устами этихъ замѣчательнѣйшихъ людей временъ конца Римской имперіи Майковъ изображаетъ тотъ моральный упадокъ, который привелъ величественную и цвѣтущую имперію къ паденію. Императоръ Неронъ превзошелъ жестокостью и сумасбродствомъ всѣхъ своихъ предшественниковъ на тронѣ. Ученикъ Сенеки даетъ слѣдующую картину ужасовъ, творимыхъ Нерономъ: Римъ обращенъ въ циркъ; людей травятъ звѣрями; въ каждомъ домѣ смерть добровольная, вынужденная и насильственная. „Постумъ убитъ рабомъ своимъ. Пизонъ вскрылъ жилы. Подъ досками раздавленъ Кай...“ По словамъ поэта Лукана, самъ Неронъ былъ одержимъ славолюбіемъ артиста и поэта и приходилъ въ ярость отъ успѣха соперниковъ.

Знаменитый римскій сенатъ, сыгравшій въ свое время громадную историческую роль, потерялъ теперь всякую самостоятельность и достоинство: сыскъ и шпіонство становятся основой его дѣятельности; въ угоду безумной прихоти Нерона, онъ шлетъ смертные приговоры достойнѣйшимъ гражданамъ страны. Луканъ передъ своей смертью даетъ блестящую характеристику сенаторовъ эпохи Нерона. По его словамъ, они окончательно потеряли всякое чувство чести. Древній патріотизмъ, любовь къ отечеству и стремленіе къ величію и славѣ родной страны остались только въ ихъ словахъ, которыя обратились у нихъ въ приправу напыщенныхъ рѣчей, въ риторическое украшеніе. Они жаждутъ хоть какой-нибудь похвалы и потому окружаютъ себя льстецами и корыстолюбивыми прислужниками. Ихъ управленіе имѣетъ цѣлью морально развратить народъ, заглушить въ немъ древнюю величавую доблесть и отвлечь его вниманіе отъ политическаго состоянія отечества. Для этого его забавляютъ играми и пирами, надѣясь, что въ бурныхъ страстяхъ и чувственныхъ наслажденіяхъ утонетъ для него всякое различіе между добромъ и зломъ. Что же касается тѣхъ, которые не прельщаются

этими низменными наслажденіями и громко безбоязненно говорятъ правду, то отъ нихъ сенаторы ограждаются жестокой казнью, дѣйствуя такимъ образомъ устрашающе на ихъ единомышленниковъ. Одержимые какой-то болѣзненной маніей преслѣдованія, они не сознаютъ и не понимаютъ, что влекутъ себя и своихъ близкихъ къ гибели и безславію. „Ихъ умъ", говоритъ Луканъ: „какой-то мглой одѣтъ".

Не лучше сената и само населеніе Рима. Послѣднее также стремглавъ несется по кривой моральнаго паденія. Люди образованные, изъ высшаго, аристократическаго круга, посвящаютъ свою жизнь обжорству: таковъ, напр., Люцій. Лучшій представитель эпикурейцевъ, послѣдній не желалъ бы промѣнять свою земную долю съ ея пирами и другими удовольствіями на жизнь безсмертныхъ боговъ, которые лишены этихъ земныхъ наслажденій. О бѣдномъ классѣ и говорить нечего: онъ только знаетъ кричать: „хлѣба и зрѣлищъ". Вообще, все римское населеніе пришло въ полный нравственный упадокъ. Поэтъ Луканъ говоритъ о злобномъ характерѣ своихъ согражданъ, объ ихъ лицемѣріи, ханжествѣ и мрачномъ изувѣрствѣ. Смерть величайшаго римскаго гражданина, философа Сенеки, не производитъ никакого впечатлѣнія на населеніе Рима; это только матеріалъ для занимательной болтовни дня на два. Оно не только равнодушно относится къ казни лучшихъ гражданъ страны, но выдѣляетъ изъ собственной среды наемныхъ убійцъ и палачей.

Та же участь вырожденія постигла и столь блестящія недавно науку, философію и искусство Рима. Строгое римское мышленіе выродилось въ софистику съ ея дилеммами и силлогизмами, а искренняя, тонкая, изящная поэзія замѣнилась искусственными тропами и фигурами.

Въ этомъ мрачномъ мірѣ разврата и лжи ярко догорали послѣднія свѣтила великой мысли и благороднаго чувства римлянъ. Эти люди, „остатки лучшихъ поколѣній" оказались непонятыми толпой и жили отверженными скитальцами. Они предчувствовали наступленіе новой эры и умирали съ новой истиной на устахъ, умирали съ вѣрой, что „иной придетъ и скажетъ міру: вотъ гдѣ свѣтъ!".

Такъ, лишившись лучшихъ людей, Римъ лишился и послѣднихъ моральныхъ устоевъ и палъ, побѣжденный шедшей на завоеваніе міра новой нравственной силой, христіанствомъ, и физической силой свѣжихъ, нетронутыхъ, душевно здоровыхъ германскихъ народовъ.

Торговля, какъ проводникъ цивилизаціи.

Планъ.

Вступленіе. Какую роль играла торговля въ общежитіи съ древнѣйшихъ временъ?

Изложеніе. Торговля, какъ проводникъ цивилизаціи.

1) Крупная цивилизаторская роль торговли въ прошломъ

a) Роль торговли въ дѣлѣ передачи передовыми націями своей матеріальной культуры націямъ отсталымъ.

b) Роль торговли въ дѣлѣ передачи передовыми націями своей духовной культуры націямъ отсталымъ.

2) Цивилизаторская роль торговли въ настоящемъ.

a) Сохраненіе ея крупнаго значенія для народовъ мало культурныхъ.

b) Ослабленіе ея значенія для народовъ, достигшихъ приблизительно равной степени культурности.

Заключеніе. Общая оцѣнка торговли, какъ проводника цивилизаціи.

Уже на зарѣ человѣческой культуры мы находимъ зачатки торговли въ видѣ то случайнаго, то болѣе или менѣе постояннаго обмѣна скотомъ, шкурами и тому подобными предметами между родственными семьями и родовыми группами, каждая изъ которыхъ по тѣмъ или другимъ причинамъ испытывала недостатокъ какъ разъ въ тѣхъ продуктахъ, которыми другія обладали въ избыткѣ. Крупную роль тутъ играла разница въ естественныхъ условіяхъ почвы, климата, флоры и фауны тѣхъ мѣстностей, въ которыхъ обитали вступавшія въ сношенія группы. Но чѣмъ больше разростались человѣческія общества, чѣмъ больше росли и множились ихъ потребности, чѣмъ больше въ то время начинали разниться вмѣстѣ съ естественными и культурныя условія тѣхъ мѣстностей, въ которыхъ сначала кочевали, а затѣмъ осѣдали эти общества,—тѣмъ чаще и планомѣрнѣе становились ихъ сношенія, направленныя на обмѣнъ продуктами своихъ странъ, своего національнаго труда.

Постепенно каждое человѣческое общество стало выдѣлять изъ своей среды особый классъ людей—купцовъ, спеціально занявшихся такимъ обмѣномъ и перевозившихъ различные товары изъ одной мѣстности въ другую, изъ однѣхъ странъ въ другія. Такъ создалась систематическая, организованная торговля, какъ посредничество между производителями различныхъ продуктовъ—товаровъ и ихъ потребителями.

Такъ создалась внутренняя и внѣшняя, народная и международная торговля, благодаря которой жители не только одной и той же страны, но различныхъ странъ, мало того, различныхъ частей свѣта, получили возможность потреблять продукты производства всѣхъ другихъ странъ земного шара. Но, рядомъ съ этой сознательной ролью посредничества и обмѣна, торговля невольно и непреднамѣренно сыграла еще другую весьма немаловажную роль—именно роль проводника цивилизаціи, роль посредника въ международномъ обмѣнѣ культуръ. Что же именно сдѣлала торговля для прогресса культуры? въ чемъ состоитъ ея цивилизаторское вліяніе?

Крупная цивилизаторская роль торговли въ прошломъ не подлежитъ ни малѣйшему сомнѣнію, такъ какъ она подтверждается рядомъ яркихъ историческихъ примѣровъ. Достаточно вспомнить

исторію египтянъ и другихъ восточныхъ народовъ, особенно финикіянъ, ведшихъ обширную торговлю съ различными странами современной имъ древности и, благодаря этому, достигшихъ высокой степени культуры, а затѣмъ, незамѣтно для себя, передававшихъ начатки цивилизаціи древнимъ грекамъ; достаточно вспомнить, какъ торговый и промышленный расцвѣтъ Греціи и Рима способствовали ихъ культурному расцвѣту. О томъ же процессѣ ускореннаго роста культуры въ связи съ торговлей краснорѣчиво говоритъ и исторія нашей родины: вспомнимъ, какъ, вмѣстѣ съ проникновеніемъ въ древнюю Русь по такъ называемому „великому водному пути" византійской торговли, туда проникло изъ Византіи и христіанство, а также основы законодательства и просвѣщенія. Въ чемъ же сущность этого цивилизаторскаго процесса? Первымъ естественнымъ послѣдствіемъ торговыхъ сношеній между болѣе передовыми, просвѣщенными націями и народами отсталыми, варварскими или дикими, является ознакомленіе послѣднихъ съ матеріальной культурой первыхъ. Скупая у жителей некультурныхъ, но богато одаренныхъ естественными богатствами, странъ такіе предметы, какъ серебро, золото, слоновая кость, янтарь, драгоцѣнные камни и т. д., купцы изъ странъ, менѣе одаренныхъ естественными богатствами, но зато достигшихъ болѣе высокихъ ступеней цивилизаціи, оставляли туземцамъ въ обмѣнъ на эти предметы произведенія промышленности своихъ странъ: различные стеклянные и металлическіе предметы культурнаго домашняго обихода, разнаго рода ткани, усовершенствованное оружіе и т. д. Кромѣ того, вращаясь болѣе или менѣе продолжительное время среди народовъ, съ которыми они вели оживленную торговлю, купцы болѣе культурныхъ странъ вліяли на туземцевъ и примѣромъ личной жизни, способствуя усвоенію этими народами утонченныхъ привычекъ и повышенныхъ жизненныхъ потребностей. Такъ, не задаваясь никакими просвѣтительными цѣлями и преслѣдуя исключительно торговыя выгоды, купцы повсюду разносили матеріальную культуру своей родины. Но, вмѣстѣ съ послѣдней, проникала къ народамъ, стоявшимъ на низкихъ ступеняхъ цивилизаціи, и духовная культура передовыхъ странъ Знакомясь съ матеріальной жизнью цивилизованныхъ народовъ, дикія и варварскія племена невольно интересовались и духовной жизнью этихъ народовъ. Начиналось подражаніе: вначалѣ оно носило внѣшній, поверхностный характеръ—подражали домашнему обиходу, вооруженію, платью и т. д., а за слѣпымъ подражаніемъ начиналось сознательное заимствованіе ремеслъ, знаній, искусствъ, наукъ. Такъ торговля постоянно дѣлала дикарей и варваровъ промышленными и просвѣщенными націями; такъ было въ древности, такъ было въ средніе вѣка, такъ было и въ первыя столѣтія новой исторіи. Но и въ ближайшія къ намъ времена новой и новѣйшей, исторіи цивилизаторская роль торговли, значительно ослабѣвъ, не прекратилась. И въ наше время мы видимъ, какъ тамъ, гдѣ менѣе культурные народы соприкасаются съ народами болѣе культурными, купцы оказываются прекрасными проводниками цивилизаціи, какъ

это видно на примѣрахъ Японіи, получив шей отъ европейской торговли первые толчки къ промышленному и духовному развитію, а нынѣ гигантскими шагами шествующей впередъ и занимающей одно изъ видныхъ мѣстъ въ средѣ великихъ державъ, а также Китая, духовное пробужденіе котораго совершается на нашихъ глазахъ. Правда, для большинства современныхъ государствъ торговля утратила свою цивилизаторскую роль: это объясняется, съ одной стороны, тѣмъ, что цивилизованныя страны достигли въ настоящее время почти одинаковой степени культурности, а съ другой, тѣмъ, что новѣйшія завоеванія науки и общественности дѣлаютъ возможными болѣе совершенные способы культурнаго общенія, какими въ наше время является періодическая пресса, научные и общественно-просвѣтительные международные съѣзды, всемірныя выставки и т. д.

Такова огромная цивилизаторская роль торговли въ прошломъ и настоящемъ. Конечно, ту же роль всегда играла—а въ особенности въ настоящее время играетъ—не только международная торговля, но и торговля внутренняя, совершающаяся въ предѣлахъ данной страны: послѣдняго рода торговля соединяла и продолжаетъ соединять столицы и другіе крупные промышленные и духовные центры странъ съ ихъ окраинами и окаймляющими ихъ многочисленными поселеніями: уѣздными городами, селами, деревнями, хуторами. Но, къ сожалѣнію, какъ и всякое другое общественное явленіе, торговля обнаруживала и обратную сторону медали: рядомъ съ положительной цивилизаторской ролью, она всегда играла болѣе или менѣе значительную отрицательную роль: такъ, она способствовала распространенію среди дикихъ и варварскихъ племенъ такихъ золъ европейской культуры, какъ алкоголизмъ и связанные съ нимъ физическія и душевныя болѣзни. Особенно плачевную роль въ этомъ отношеніи играла колоніальная торговля многихъ европейскихъ государствъ въ послѣднее столѣтіе: преслѣдуя исключительно цѣли наживы, европейскіе купцы нерѣдко не стѣснялись въ средствахъ достиженія намѣченной цѣли,—такъ, они позволяли себѣ спаивать туземцевъ, а затѣмъ у нихъ—пьяныхъ—вымѣнивали золотой песокъ, слоновую кость и тому подобные дорогіе товары на дурного качества спиртные напитки; такими недобросовѣстными, чисто хищническими пріемами они приводили къ поголовному вырожденію цѣлыя племена. Такимъ образомъ, признавая крупное положительное цивилизаторское значеніе торговли, нельзя упускать изъ виду и той цивилизаторской роли ея, которая носила отрицательный характеръ. Можно только надѣяться, что культурный прогрессъ европейскихъ народовъ достигнетъ той степени развитія, когда веденіе хищнической торговли станетъ явленіемъ почти невозможнымъ.

Значеніе современныхъ войнъ.

Планъ.

Вступленіе. Какое мѣсто занимала и занимаетъ борьба въ жизни человѣческой?

Изложеніе. Значеніе современныхъ войнъ.

1) Матеріальный вредъ войнъ.
   a) Смерть множества людей; поврежденіе ихъ физическаго и душевнаго здоровья.
   b) Разстройство государственныхъ финансовъ.
   c) Разстройство промышленности и торговли въ странѣ.
   d) Разстройство множества частныхъ хозяйствъ.
2) Моральный вредъ войнъ.
   a) Душевная неуравновѣшенность гражданъ, какъ естественное послѣдствіе ненормальныхъ условій жизни.
   b) Огрубѣніе и ожесточеніе нравовъ.
   c) Замедленіе моральнаго прогресса.

Заключеніе. Общая оцѣнка значенія современныхъ войнъ.

Образовательное и воспитательное вліяніе художественныхъ произведеній на душу человѣка.

Планъ.

Вступленіе. Ростъ и развитіе души человѣка.

Изложеніе. Вліяніе художественныхъ произведеній на душу человѣка.

1) Образовательное вліяніе ихъ.
   a) Они расширяютъ умственный кругозоръ человѣка: они обогащаютъ его умъ знаніями о природѣ и людяхъ и, въ особенности, о душевной жизни человѣка.
   b) Они даютъ возможность человѣку ознакомиться съ идеями добра и красоты, правды и справедливости.
2) Воспитательное вліяніе ихъ.
   a) Они развиваютъ и укрѣпляютъ въ человѣкѣ эстетическія воззрѣнія и чувства прекраснаго.
   b) Они развиваютъ и укрѣпляютъ въ человѣкѣ нравственныя воззрѣнія и чувство моральное: чувство альтруизма и любви къ ближнему.
   c) Они развиваютъ и укрѣпляютъ въ человѣкѣ волю, направленную къ идеальнымъ цѣлямъ.

Заключеніе. Общая оцѣнка вліянія художественныхъ произведеній на душу человѣка.

Курсъ французскаго языка.

„Phèdre“.

Tragédie de Racine.

Sommaire.

Phèdre, seconde femme de Thésée, roi d'Athènes, aime Hippolyte, fils de son époux. Une fois, quand Thésée etait absent d'Athènes, Phèdre, tortur.é pae cet amour, lávoue à sa servante fidèle Oenone. Iustement à ce temps le bruit si répand, que Thésée est mort. Phèdre, bouleversée par cette nouvelle, se croyant libre, fait à Hippolyte l'aveu de ses sentiments. Hippolyte, epouvanté la repousse, Phèdre se sent très humiliée et jure de se venger. Tout à coup on vient annoncer à la reine, que Thésée n'est point mort, qu'il arrive même au palais. Thèdre est sûre, qu'Hippolyte ne tardera pas à la trahir, et elle se décide à mourir. Oenone, qui aime beaucoup sa maîtresse, veut à tout prix sauver sa vie et s n honneur. Elle accuse Hippolyte d'attenter à l'honneur de sa belle mère. Thésée très en courroux contre son fils le maudit et conjure Neptune de le punir. Son desir s'accomplit bientôt: Neptune a fait sortir de la mer un monstre, qui a produit la mort d'Hippolyte. Phèdre, frappée par la mort de l'innocent et tourmentée par les remords, s'empoisonne et, avant de mourir, avoue, à son èpoux la verité.

Слова къ трагедіи Расина „Федра“.

Prompt (e)—поспѣшный, ая
joindre—присоединить
une alarme—тревога, испугъ
embrasser—брать на себя, цѣловать
odieux (se)—ужасный, ая
attacher—привязывать
s'attacher à nuire—стараться вредить
une inimitie—вражда, злоба
le soupçon—подозрѣніе
un ombrage—древесная тѣнь, недовѣріе
essuyer—утирать, сносить
attester—увѣрять
accorder—давать, жаловать, примирять
tutélaire—охранительный, ая
implorer—сносить
la proie—добыча
s'égarer—растеряться
déclarer—объявить
le declarer—изъясниться, открыться
languir—изнемогать
volage—вѣтряный, ая, непостоянный, ая
farouche—дикій, ая, суровый, ая
depeindre—описать
la pudeur—стыдъ, стыдливость
l'elite—отборъ, лучшіе
le monstre—чудовище
le dessein—намѣреніе, умыселъ
devancer—обгонять
une amante—возлюбленная
abhorrer—гнушаться
séduire—прельщать
résister—сопротивляться, сносить, выдерживать
persuader—увѣрить
delivrer—освободить
expier—искупать
vil (le)—подлый, ая
tremper—окунуть
éviter—избѣгать
la victime—жертва
le trépas—кончина, смерть
sanglant (e) кровавый, ая
persecuter—преслѣдовать
persecuté (e)—гонимый, ая, преслѣдуемый, ая
bannir—выгонять, заточать
funeste—гибельный, ая, мрачный, ая
rompre—ломать, нарушать
infortuné (e)—несчастный, ая
chaste—цѣломудренный, ая
incestueux (se) противонравственный, ая
le sein—грудь
perfide—вѣроломный, ая
trancher—рѣзать, отсѣкать
gémir—стонать, вздыхать
la veine—вена, жила
le poison—ядъ, отрава
dérober—похищать, скрывать
la pureté—чистота
expirer—умирать
les mânes—маны (домашнія божества древнихъ грековъ и римлянъ).

SCÈNE V.

Phèdre, Hippolyte, Oenone.

Phèdre et Oenone (*dans le fond du théâtre*).

Phèdre.

Le voici. Vers mon coeur tout mon sang se retire.
J'oublie, en le voyant, ce que je viens lui dire.

Oenone.

Souvenez-vous d'un fils qui n'espère qu'en vous.

Phèdre.

On dit qu'un prompt départ vous éloigne de nous,
Seigneur. A vos douleurs je viens joindre mes larmes;
Je vous vien pour un fils expliquer mes alarmes.
Mon ils n'a plus de père, et le jour n'est pas loin
Qui de ma mort encor doit le rendre témoin.
Déjà mille ennemis attaquent son enfance:
Vous seul pouvez contre eux embrasser sa défense.
Mais un secret remords agite mes esprits:
Je crains d'avoir fermé votre oreille à ses cris.
Je tremble que sur lui votre juste colère
Ne poursuive bientôt une odieuse mère.

Hippolyte.

Madame, je n'ai point des sentiments si bas.

Phèdre.

Quand vous me haïriez, je ne m'en plaindrais pas,
Seigneur; vous m'avez vue attachée à vous nuire;
Dans le fond de mon coeur vous ne pouviez pas lire.
A votre inimitié j'ai pris soin de m'offrir.
Aux bords que j'habitais je n'ai pu vous souffrir,
En public, en secret, contre vous déclarée,
J'ai voulu par des mers en être séparée;
J'ai même défendu, par une expresse loi,
Qu'on osât prononcer votre nom devant moi.
Si pourtant à l'offense on mesure la peine,
Si la haine peut seule attirer votre haine,
Jamais femme ne fut plus digne de pitié,
Et moins digne, seigneur, de votre inimitié.

Hippolyte.

Des droits de ses enfants une mère alouse
Pardonne rarement au fils d'une autre épouse;
Madame, je le sais: les soupçons importuns
Sont d'un second hymen les fruits les plus communs.
Toute autre aurait pour moi pris les mêmes ombrages,
Et j'en aurais peut-être essuyé plus d'outrages.

Phèdre.

Ah! seigneur, que le ciel, j'ose ici l'attester,
De cette loi commune a voulu m'excepter!
Qu'un soin bien différent me trouble et me dévore!

Hippolyte.

Madame, il n'est pas temps de vous troubler encore:
Peut-être votre époux voit encore le jour;
Le ciel peut à nos pleurs accorder son retour.
Neptune le protège, et ce dieu tutélaire
Ne sera pas en vain imploré par mon père.

Phèdre.

On ne voit point deux fois le rivage des morts,
S igneur: puisque Thésée a vu les sombres bords,
En vain vous espérez qu'un dieu vous le renvoie;
Et l'avare Achéron ne lâche point sa proie.
Que dis-je? il n'est point mort, puisqu'il respire en vous;
Toujours devant mes yeux je crois voir mon époux:
Je le vois, je lui parle; et mon coeur... Je m'égare,
Seigneur; ma folle ardeur malgré moi se déclare.

Hippolyte.

Je vois de votre amour l'effet prodigieux:
Tout mort qu'il est, Thésée est présent à vos yeux
Toujours de son amour votre âme est embrassée.

Phèdre.

Oui, prince, je languis, je brûle pour Thésée:
Je l'aime, non point tel que l'ont vu les enfers,
Volage adorateur de mille objets divers,
Qui va du dieu des morts déshonorer la couche:
Mais fidèle, mais fier, et même un peu farouche,
Charmant, jeune, traînant tous les coeurs après soi,
Tel qu'on dépeint nos dieux ou tel que je vous vois.
Il avait votre port, vos yeux, votre langage;
Cette noble pudeur colorait son visage
Lorsque de notre Crète il traversa le flots,
Digne sujet des voeux des filles de Minos.
Que faisiez-vous alors? Pourquoi, sans Hippolyte,
Des héros de la Grèce assembla-t-il l'élite?
Pourquoi, trop jeune encor, ne pûtes-vous alors
Entrer dans le vaisseau qui le mit sur nos bords.
Par vous aurait péri le monstre de la Crète,
Malgré tous les détours de sa vaste retraite:
Pour en développer l'embarras incertain,
Ma soeur du fil fatal eût armé votre main.
Mais non: dans ce dessein je l'aurais devancée;
L'amour m'en eût d'abord inspiré la pensée;
C'est moi, prince, c'est moi, dont l'utile secours
Vous eût du labyrinthe enseigné les détours
Que de soins m'eût coûtés cette tête charmante!

Un fil n'eût point assez rassuré votre amante:
Compagne du péril qu'il vous fallait chercher,
Moi-même devant vous j'aurais voulu marcher;
Et Phèdre, au labyrinthe avec vous descendue,
Se serait avec vous retrouvée ou perdue.

Hippolyte.

Dieux! qu'est-ce que j'entends? Madame, oubliez-vous
Que Thésée est mon père, et qu'il est votre époux?

Phèdre.

Et sur quoi jugez-vous que j'en perds la mémoire,
Prince? Aurais-je perdu tout le soin de ma gloire?

Hippolyte.

Madame, pardonnez: j'avoue, en rougissant,
Que j'accusais à tort un discours innocent.
Ma honte ne peut plus soutenir votre vue;
Et je vais...

Phèdre.

Ah! cruel, tu m'as trop entendue:
Je t'en ai dit assez pour te tirer d'erreur.
Hé bien! connais donc Phèdre et toute sa fureur:
J' aime. Ne pense pas qu'au moment que je t'aime,
Innocente à mes yeux, je m'approuve moi-même;
Ni que du fol amour qui trouble ma raison
Ma lâche complaisance ait nourri le poison.
Objet infortuné des vengeances célestes,
Je m'abhorre encor plus que tu ne me détestes.
Les dieux m'en sont témoins, ces dieux qui dans mon flanc
Ont allumé le feu fatal à tout mon sang;
Ces dieux qui se sont fait une gloire cruelle
De séduire le coeur d'une faible mortelle.
Toi-même en ton esprit rappelle le passé:
C'est peu de t'avoir fui, cruel, je t'ai chassé,
J'ai voulu te paraître odieuse, inhumaine;
Pour mieux te résister, j'ai recherché ta haine.
De quoi m'ont profité mes inutiles soins?
Tu me haïssais plus, je ne t'aimais pas moins;
Tes malheurs te prêtaient encor de nouveaux charmes.
J'ai langui, j'ai séché dans les feux, dans les larmes:
Il suffit de tes yeux pour t'en persuader,
Si tes yeux un moment pouvaient me regarder.
Que dis-je? Cet aveu que je te viens de faire,
Cet aveu si honteux, le crois tu volontaire?
Tremblante pour un fils que je n'osais trahir,
Je te venais prier de ne le point haïr:
Faibles projets d'un coeur trop plein de ce qu'il aime!
Hélas! je ne t'ai pu parler que de toi-même!
Venge-toi, punis-moi d'un odieux amour:
Digne fils du héros qui t'a donné le jour,
Délivre l'univers d'un monstre qui t'irrite.
La veuve de Thésée ose aimer Hippolyte!
Crois-moi, ce monstre affreux ne doit point t'échapper;

Voilà mon coeur: c'est là que ta main doit frapper.
Impatient déjà d'expier son offense,
Au devant de ton bras je le sens qui s'avance.
Frappe; ou, si tu le crois indigne de tes coups,
Si ta haine m'envie un supplice si doux,
Ou si d'un sang trop vil ta main serait trempée,
Au défaut de ton bras prête-moi ton épée;
Donne.

Oenone.

Que faites-vous, madame? Justes dieux!
Mais on vient: évitez des témoins odieux.
Venez, rentrez; fuyez une honte certaine.

SCÈNE VII.

Thésée, Phèdre, Théramène, Panope et gardes.

Thésée.

Hé bien! vous triomphez, et mon fils est sans vie!
Ah, que j'ai lieu de craindre! et qu'un cruel soupçon
L'excusant dans mon coeur, m'alarme avec raison!
Mais, madame, il est mort, prenez votre victime:
Jouissez de sa perte injuste ou légitime;
Je consens que mes yeux soient toujours abusés,
Je le crois criminel, puisque vous l'accusez.
Son trépas à mes pleurs offre assez de matières
Sans que j'aille chercher d'odieuses lumières,
Qui, ne pouvant le rendre à ma juste douleur,
Peut-être ne feraient qu'accroître mon malheur.
Laissez-moi, loin de vous, et loin de ce rivage,
De mon fils déchiré fuir la sanglante image.
Confus, persécuté d'un mortel souvenir,
De l'univers entier je voudrais me bannir.
Tout semble s'élever contre mon injustice;
L'éclat de mon nom même augmente mon supplice;
Moins connu des mortels, je me cacherais mieux.
Je hais jusque aux soins dont m'honorent les dieux;
Et je m'en vais pleurer leurs faveurs meurtrières,
Sans plus les fatiguer d'inutiles prières.
Quoi qu'ils fissent pour moi, leur funeste bonté
Ne me saurait payer de ce qu'ils m'ont ôté.

Phèdre.

Non, Thésée, il faut rompre un injuste silence;
Il faut à votre fils rendre son innocence;
Il n'était point coupable.

Thésée.

Ah! père infortuné
Et c'est sur votre foi que je l'ai condamné!
Cruelle! pensez-vous être assez excusée...

Phèdre.

Les moments me sont chers; écoutez-moi, Thésée
C'est moi qui, sur ce fils chaste et respectueux,
Osai jeter un oeil profane, incestueux.
Le ciel mit dans mon sein une flamme funeste;
La détestable Oenone a conduit tout le reste.
Elle a craint qu'Hippolyte, instruit de ma fureur,
Ne découvrit un feu qui lui faisait horreur;
La perfide, abusant de ma faiblesse extrême,
S'est hâtée à vos yeux de l'accuser lui-même.
Elle s'en est punie, et, fuyant mon courroux,
A cherché dans les flots un supplice trop doux.
Le fer aurait déjà tranché ma destinée;
Mais je laissais gémir la vertu soupçonnée:
J'ai voulu, devant vous, exposant mes remords,
Par un chemin plus lent descendre chez les morts.
J'ai pris, j'ai fait couler dans mes brûlantes veines
Un poison que Médée apporta dans Athènes.
Déjà jusqu'à mon coeur le venin parvenu
Dans ce coeur expirant jette un froid inconnu;
Déjà je ne vois plus qu'à travers un nuage
Et le ciel et l'époux que ma présence outrage:
Et la mort, à mes yeux dérobant la clarté,
Rend au jour qu'ils souillaient toute sa pureté.

Panope.

Elle expire, seigneur!

Thésée.

D'une action si noire
Que ne peut avec elle expirer la mémoire!
Allons, de mon erreur, hélas! trop éclaircis,
Mêler nos pleurs au sang de mon malheureux fils?
Allons de ce cher fils embrasser ce qui reste,
Expier la fureur d'un voeu que je déteste;
Rendons-lui les honneurs qu'il a trop mérités;
Et, pour mieux apaiser ses mânes irritès,
Que, malgré les complots d'une injuste famille,
Son amante aujourd'hui me tienne lieu de fille!

Littérature française.

Le XVI siècle.

Plusieurs grands faits historiques favorisèrent le développement rapide de la littérature du XVI siècle: la Renaissance des arts qui a ouvert au monde ébahi les richesses inépuisables de l'antiquité et evoqué les aspirations passionnées vers la beauté; la Réforme religieuse qui força les esprits à étudier toutes les questions proches de la religion, de la philosophie, de l'histoire; puis vient l'invention de l'imprimerie qui facilita la circulisation des productions littéraires en resultat de quoi—l'elevation du niveau intellectuel.

La poésie française s'ouvre au XVI siècle par le nom de **Clément Marot** (*1495—1544*) en qui se joignirent la delicatesse, le bon sens et la verve mordante des ses prédécesseurs littéraires—poètes du XV siècle. Il a su échapper au pédantisme si repandu à cette époque.

Les successeurs de Marot formèrent des grouppes littéraires parmi lesquels le plus célèbre fut «la Pleïade» dont le chef reconnu fut **Pierre Ronsard** (*1524—1585*) qui eut un immense succès chez ses contemporains. Il tenta tout les genres dans lesquels avaient brillé les anciens, essaya d'enrichir la langue française par les emprunts du latin et du grec, ce que ne lui réussit pas.

Mathurin Regnier (*1573—1613*) étudia aussi les anciens, mais il a su échapper au défaut de Ronsard: «il donna au gaulois une fermeté et un accent énergique» (Bonnefon). Il fut le premier représentant, même le créateur de la satire française.

Malherbe (*1555—1628*) fut remarquable par la grâce, le goût fin, le rhythme de ses poésies. Il se manifesta comme adversaire littéraire de Ronsard, ayant déclaré une guerre à outrance à l'abus d'emprunts, d'expressions étrangères introduites dans la langue française qu'il tâchait à purifier et dont il voulait rendre son originalité.

Les prosateurs les plus remarquables du seizième siècle furent *Rabelais, Calvin, Amyot et Montaigne.*

Rabelais (*1483—1553*) écrivit «La vie de Gargantua et de Pantagruel»— une satire mordante de la société du moyen âge, on déplore qu'il ait mêlé aux idées sublimes un langage cynique. En tout cas on trouve dans ses oeuvres une profondeur de pensée, une richesse d'imagination et de bon sens.

Jean Calvin (*1509—1564*)—l'austère apôtre de la Réforme, nous laissa «L'institution chrétiènne», l'òuvrage contenant un exposé de sa doctrine et qui est aussi remarquable (comme tous les ouvrage de Calvin) par l'énergie de son style, et par la précision de ses expressions.

Jacques Amyot (*1513—1593*) avait traduit «Vies des grands hommes» et les oeuvres morales de Plutarque; cette traduction attire l'attention par les locutions tellement françaises, qu'on pourrait la prendre pour une oeuvre originale.

Michel Montaigne (*1533—1592*) ècrivit ses confessions aux quelles il donna le nom d'Essais. Il y attaque les moeurs corrompues, les erreurs de l'Eglise, l'Inquisition et développe les principes de la philosophie pratique.

Les écrivains dramatiques du XVI siècle les plus remarquables furent: **Jodelle** (*1532—1573*) le précurseur de Corneille et Molière, fut premier dramaturgue français qui rompit avec la tradition théâtrale du moyen-âge; **Garnièr** (*1534—1590*) imitait les auteurs tragiques de l'antiquité eut un succés énorme chez ses contemporains; **Hardy**—le plus fécond des auteurs dramatiques français: il laissa plus de six cents pièces de théâtre.

Le XVII siècle.

Le dix septième siècle on appelle l'âge d'or de la littérature française, on l'appelle aussi l'âge de Louis XIV. La littérature de ce siècle il faut diviser en deux périodes: la première renferme les règnes d'Henri IV, de Louis XIII et la minorité de Louis XIV, elle est caractériseé par l'indépendance morale et intellectuelle, par la perséverance dans la recherche du grand, du sublime; la seconde qui est l'apogée de la littérature française commence avec le gouvernement personnel du Roi—Soleil, c'est l'epoque quand règnait la beauté, l'ordre, la mésure, la discipline dans les lettres comme partout ailleurs. L'art dramatique du XVII siècle doit son épanouissement aux trois noms glorieux: *Corneille, Racine, Molière.*

Pierre Corneille (*1606—1684*) naquit à Rouen dans une famille d'un avocat, et fut lui même déstiné au barreau, mais il ne tarda pas à le quitter bientôt. Son première oeuvre était une comédie «*Mélite*», en 1636 parut le «*Cid*» qui avait un succès immense, puis il écrivit succisivement, *Horace Cuma, Polyeucte*—ces quatre tragédies sont les chefs d'oeuvre de Corneille; ses pièces qui apparurent plus tard n'avaient pas eu du succès; en effet elles sont inférieures

aux premières. Après leur chute Corneille renonca au théatre et se tourna vers la réligion. Il mourut à l'âge de soxìante dix-huit ans.

Jean Racine (*1639—1699*) naquit à la Ferté—Molon, perdit ses parents dans l'âge de quatre ans, fut élevé dans une espèce de monastère; il révéla à l'âge tendre une passion pour les langues mortes et pour la póesie. A seize ans il tenta ses forces, ayant ecrit quelques pièces. En 1667 parut son premier chef-d'oeuvre «*Andromaque*», en 1669 *Britannicus*, puis parurent *Berénoce* (1670), *Bajazet* (1672), *Mithridate* (1673), *Iphigénie* (1674) et (l'une des plus parfaites tragédies de Racine) *Phèdre;* après avoir produit celle-ci, il renonça tout d'un coup au théâtre; vers cette époque il se maria et fut nommé l'historiographe du roi. Douze ans après parurent ses deux dernierès pièces «*Esther*» et «*Athalie*». Il mourut à l'âge de cinquante neuf ans.

Jean Baptiste Poquelin (dit Molière) (1622—1673) naquit à Paris dans la famille d'un tapissier qui fut en même temps le valet de chambre de Louis XIII. Il apprit dans un college de Paris dirigé par des jèsuites. Quelque temps après sa sortie du collège il se mit en tête d'une troupe errante. En 1658 il s'établit à Paris et bientôt obtint les faveurs du roi. Il a écrit un grand nombre, de pièces parmi lesquelles les plus remarquables sont: Les *Précieuses ridicules*, l'*École des Maris*, l'*École des femmes*, le *Bourgeois gentilhomme*, les *Femmes savantes*, l'*Avare*, le *Misanthrope* et le *Tartufe*. Il mourut à l'âge de cinquante et un an de la maladie de poitrine.

La poésie dramatique ne fut pas la seule dans laquelle brillaient la pensèe et le génie créateur du XVII siècle; il se manifestèrent dans tous les genres littéraires:

la satire, représentée par **Boileau** (1636—1711) qui écrivit aussi un poème *L'art poétique*, coutenant les règles de l'art d'écrire, exprimées en vers, devenus proverbes;

la fable dont le grand nombre nous laissa le plus populaire des poètes français—**La Fontaine** (1621—1695);

l'art oratoire qui dans le personne de **Bossuet** (1627—1704) parvint à une éminence extraordinaire: Bossuet surtout dans les oraisons funèbres n'avait pas de rivaux. La plus connue des ses oraisons funèbres fut «*L'oraison funèbre de la reine d'Engleterre*»;

la philosophie qui laissa à la posterité les noms de *Descartes* et de *Pascal*.

Le système philosophique de **Descartes** (1596—1650) est remarquable comme premier essai de l'esprit humain, après son ésclavage de moyen âge, de trouver les vrais principes de la vie independamment de la Révélation. Son point de départ fut le fameux: Je pense, donc je suis (Cogito, ergo sum). Il établit la spiritualité de l'âme et de ce principe, il fit sortir, par la déduction, l'existence de Dieu, ses attributs, l'existence et la nature du monde exterieur. Les ouvrages les plus célèbres sont: *Le monde*; *Essais philosophiques*; *Passions de l'âme* et caetera. L'influence de Descartes dans la philosophie et les sciences exactes fut très profonde.

Pascal (1623—1662) un des plus grands penseurs français. Dès son enfance, il donna les marques d'une rare intelligence, à seize ans il écrivit une composition mathématique remarquable: «Essais pour les coniques». A l'âge de trente-deux ans il renonça à l'étude de science et consacra sa vie au salut de son âme. Il se réfugia dans la commune jancéniste Port-Royal; là il écrivit son chef-d'oeuvre «Les Provinciales»—lettres où il attaquait les jésuites. Après sa mort on trouva des notes separées, qu' on édit sous le nom de Pensées. Ces fragments contiennent des observations profondes et se distinguent par leur forme en même temps simple et élégante.

Parmi les **moralistes** du XVII siècle on doit s'arrêter sur **Fénelon** (1651—1715) dont le grand renom s'étendait loin au delà de la frontière française. Les ouvrages les plus connus furent: *le Traité de l'éducation des filles*—un livre plein de bon sens et de morale saine, quoique parfois primitive; *le Traité de l'existence de Dieu*; les *Aventures de Telémaque*—un livre de morale politique qui se distingue par une grande vivacité de la narration et une compréhension sublime du christianisme.

Il nous reste encore à faire mention de quelques auteurs **épistolaires**, qui brillaient au XVII siècle: m-me de **Sevigné** (1626—1696), m-me **de Maintenon** 1635—1719) femme du poète Scaron (1610—1660).

Le résumé. Le XVII siècle n'avait plus cet élan passionné vers le mon e lassique dont était marqué le siècle précédant, néanmoins il considérait comm o obligato re d'imiter les formes classiques: à cause de cela on appelle la littérature d' o ce periode *pseudo-classique*. Mais, si la littérature de ce temps, les belles-lettres est la continuation de l'antécédant, sa philosophie est au contraire une messagèr du futur: nous y découvrons des allusions a ce triomphe de la Raison qui immortalisa le siècle suivant.

Le XVIII siècle.

Le XVIII siècle fut plus fécond que le XVII; on voit dans tous les genres un plus grand nombre d'écrivains, mais parmi ces écriv ins innombrables on ne trouve que quelques noms, dout la postérité a gardé une mémoire reconnaissante. Parmi ces derniers il faut nommer Voltaire dout le talent varié brilla égalément d ns tous les genres.

François-Marie Arouet—connu sous le nom de **Voltaire**—naquit à Paris en 1694 dans une famille d'un notaire, finit un collège des jésuites, au sortir duquel il se mit à l'étude du droit. Après une querelle avec son père, Voltaire se livra à la lit.érature. Il débuta dans la carrière littéraire par la tragédie *d'Oedipe* qui eut un grand succès qui n'était pourtant rien en comparaison avec cet immense succès qui accueillit son épopée *Henriade*: «De belles descriptions, d'heureux épisodes dans le genre terrible ou gracieux, d'éloquente harangues, des portraits pleins de vigueur et de verité, font de la Henriade, une des oeuvres les plus estimables de la littérature française (Bonnefon). Près de ce temps Voltaire, à cause d'une querelle, fut exilé de France et alla à l'Engleterre; il y écri it ses «Lettres philosophiques» où il attaquait le despotisme politique et l'intolérance religieuse. Parmi les principaux ouvrages de Voltai e il faut encore citer «l'Histoire de Charles XII»—un chef-d'oeuvre de narration, un livre historique écrit avec vivacité et splendeur d'un roman; les tragédi s d'*Alzire*, de *Mahomet*; la coméd e d'*Enfant prodigue*; une histoire universelle—*l'Essai sur le moeurs* et coet. Vingt dernières annèes de sa vie il passa en Suisse dans son château de Ferney. Il mourut à l'âge de quatre vingt quatre ans. L'in luence de Voltaire fut immense: il était l'âme de l'Encyclopédie, ses lettres philosophiques produisirent l'effet d'un coup de tonnere; les écrivains, les savants, les monarques comme Frédéric II et Catherine II s'adressaient à lui, en demandant ses conseils, plus tard de son nom on appellait tous les athées et librepenseurs.

La comédie fut représentée au XVIII siècle par **Beaumarchais** (1732—1799) qui en écrivit deux «le *Barbier de Cévîlle*» et «le *Mariage de Figaro*» contenant des railleries contre la noblesse, le clergé et toutes les bases de la société actuelle.

La poésie lyrique de ce temps nous laissa la mémoire d'un jeune poète **André Chenier** (1762—1794) dont le nom est lié à celui de la Révolution; ses attaques contre cette dernière lui coûtèrent la vie. On peut citer entr'autres «*Mendiant, la jeune captive, les Jambes*».

Les principaux philosophes du XVIII siècle sont **les Encyclopédistes** L'Encyclopédie était un dictionnaire volumineux, contenant des traités de toutes les sciences et de tous les arts. L'Encyclopédie est un monument majustieux de la philosophie matérialiste du XVIII siècle.

Nommons les collaraborateurs de l'Encyclopédie:

Diderot (1713—1784)—un prêcheur pass onné du matérialisme ses «*Pensées philosophiques*» indiquent un grand talent littéraire;

D'Alembert (1717—1783) est surtout connu par su colloraboration à l'Encyclopédie où lui appartenaient l'introduction et les traités de mathématiques et de littérature;

Condillac (1715—1780) popularisa en France les principes de Locke et

dans son *Traité des Sensations* chercha à prouver que toute vie spirituelle est fondée exclusivement sur les sens;

Helvetius (1715—1771) écrivit un livre—*De l'esprit* qui fit son mon célèbre;

Le baron d'Holbach (1723—1789) fut le représentant du mathérialisme dans sa forme grossière et primitive.

Parmi les nombreux philosophes et moralistes du XVIII siècle, il y en a un qui joua un role tout particulier dans l'histoire des courants intellectuels de l'époque—ce fut Jean-Jacques Rousseau (1712—1778). **J. J. Rousseau** naquit en 1712 à Genève dans une famille d'un horloger. Sa jeunesse était pleine d'aventures: il exerça plusieurs metiers, était succéssivement laquais, secrétaire, meudiant, précepteur et coet. Ce qui attacha sur lui l'áttention génerale—ce fut l'originalité de son ouvrage, présenté à l'Académie de Dijon et répondant à la question posée par l'Académie: «Le retablissement des sciences et des arts a-t-il contribué à épurer les moeurs?» Rousseau répondit négativement, attaquant avec une grande éloquence toutes les institutions de la culture humaine; selon lui, l'homme s'éloignant de la nature se condamne à la perte morale: il n'y a point de salut hors de la nature! Peu de temps après il prit part à un autre concours déclaré par la même Académie: cette fois-ci il s'agissait d'expliquer «les causes de l'inégalité humaine». Rousseau s'arma de nouveau dans cette oeuvre contre la famille, l'état, la propriété.

Les années les plus fécondes de sa vie furent les cinq années passées loin de toute société dans une petite maison, bâtie pour lui par une de ses admiratrices au milieu de son parc. Il écrivit alors «*la Nouvelle Heloïse, l'Emile, le Contrat social, les Confessions. La Nouvelle Heloïse* est un roman écrit sous forme de lettres, il était sévérement jugé par les contemporains qui le trouvaient immoral, mais qui ne pouvaient pourtant nier les qualités littéraires de cette oeuvre; le *Contrat social* est l'exposé des principes politiques de Rousseau; il y cherche à prouver: que toute société humaine tire son origine de contrat qu'ont conclu les individus qui comprenaient les avantages de la vie commune; que puisque le peuple s'est lié volontairement d'un contrat—il est libre de le modifier et de changer les formes de gouvernement—autrement dit: le peuple est le seul souverain; l'*Emile*—le livre de l'éducation—résume les autres oeuvres de Rousseau. Il prit pour le point de départ son principe que l'homme de la naissance est parfait et que c'est la société qui le gâte et développe un sistème d'éducation qui (comme c'est facile à déviner) consiste dans une absence d'éducation dans le sens habituel de ce mot dans une liberté complète des pensées et des sentiments; la tâche du précepteur se réduit à l'observation et la direction prudente: on ne doit pas—dit Rousseau—d'enseigner les sciences et les arts à l'élève—on doit lui aider à les *inventer*. Dans ses *Confessions* Rousseau nous raconte sa vie et avec cette inconstance d'humeur qui lui était propre passe à chaque moment de l'humiliation douloureuse à une hauteur immodérée. Rousseau mourut en 1778 à l'âge de soixante—six ans.

Montesqueu (1689—1755) était au temps de sa jeunesse conseillier et président du parlement de Bordeau, à cette époque il écrivit ses *Lettres persanes*—une satire mordante contre l'Eglise, la cour et la noblesse. Mais l'oeuvre qui célébra le nom de Montesqueu ce fut l'*Esprit des lois*, écrit après quelques années de sejour en Engleterre. L'*Esprit des lois* procura à l'Europe continentale la connaissance de constitution anglaise et exerça une influence profonde à la pensée politique de l'époque.

Parmi **les moralistes** du siècle nous voyons encore **Bernardin de Saint-Pierre** (1737—1814) qui est cependant plus connu comme l'auteur d'un roman *Paul et Virginie* où il peint avec une grande tendresse la vie de deux êtres, grandis loin de la société corrompue, au sein de la nature.

En résumé—quelques observations générales sur la littérature du XVIII siècle: dans la littérature comme partount ailleurs dominent les intérêts philosophiques, sociaux, politiques; le sentiment, l'étude du coeur humain céduent la place à l'analyse

des relations sociales, la littérature proclame le triomphe de la Raison—seule divinité qu'on n'a pas bannie. Dans ce choeur des voix déclarant l'esprit humain, et par conséquence la science impeccables retentissent cependant quelques voix comme celles-de Rousseau et de Bernardin de Saint-Pierre qui, répoussant la culture humaine, chantent les hymnes enthousiasmés à la Mère-Nature.

Le XIX siècle.

Le commencement du XIX siècle ne fut pas favorable pour le progrès de la littérature. La France, troublée par la Révolution, bourrelée par le déspotisme de Napoléon n'était pas un terrain convenant pour le travail mental productif. Il faut y ajouter la lassitude et le désenchautement qui gagnèrent les esprits après le règne trop absolu de la Raison en periode précédente. La littérature de ce temps fut froide, maniérée, imitative et dépourvue de vraie imagination. Mais ça ne fut pas de longue durée. La société qui a vécu le dernier temps de la vie politique trop intensive, se lança dans l'individualisme, qui entraîna le triomphe du sentiment sur l'esprit, éléva le rêve, les aspirations vers l'inconnu. La littérature ne tarda pas à réfleter ces nouveaux courants: le pseudoclassicisme disparaît, le romantisme vient au monde.

À cette époque de transition deux grands noms attirent particulièrement notre attention: m-me de Staël et Chateaubriand.

M-me de Staël (Germaine Necker, 1766—1817), suisse d'origine, montra dès son enfance les marques d'une intelligence exceptionnelle et des dispositions littéraires. Le contact avec les grands esprits du temps qui frequentaient ses parents hâta son développement. En 1786 elle épousa le baron de Staël, ambassadeur de Suede, mais se sépara bientôt de lui. M-me de Staël fut d'abord une admiratrice zélée de la Révolution; cependant, en 1792 pour échapper au massacre, elle a du se réfugier près de son père dans son château de Coppet au bord du lac de Génève.

Elle revint à Paris en 1796 et réunit dans ses salons les gens les plus remarquables de l'èpoque. Ces réunions déplaisaient beaucoup à Napoléon qui exila d'abord m-me de Staël de Paris et puis, après la publication de son roman *Delphine* (qu'elle écrivit pendant son séjour en Suisse) lui interdit à jamais rentrer en France. Elle partit alors pour l'Allemagne où elle fut cordialement accueillie par les grands écrivains du temps: Goëthe, Schiller, Wielaud. Après la mort de son père et le voyage en Italie, elle écrivit *Corinne* dout le succès fut immense. Le gouvernement mécontent la rélegua dans son château de Coppet et lui interdit de recevoir ses amis. En 1810 elle écrivit son livre *De l'Allemagne*, en 1821 après sa mort ou publia *Dix ans d'exil* — les impressions de ses voyages en Russie, Suède etc. Son dernier ouvrage qu'elle n'eut pas le temps d'achever, furent les *Considérations sur la Révolution française*. Elle mourut en 1817 à l'âge de cinquante-un ans

En m-me de Staël se joignirent bizarrement les traits des XVIII et XIX siècles: du premier elle a pris ses idées, sa foi inébranlable au progrès, à la raison humaine, au second elle appartenait par la disposition romantique, par l'élan vers l'idéal inconnu et vague. Son rôle en littérature fut grand et varié: «s'adressant à l'intelligence de ses contemporains, elle l'oblige à s'instruire, elle lui apporte des idées qui l'élargissait; elle légitime par toute sorte de fines considérations les aspirations nouvelles dout les âmes étaient tourmentées et auxquelles le goût traditionnel refusa le libre passage dans la littérature. Elle pose ainsi les principes du goût nouveau, conforme aux nouveaux états de sensibilités» (Lasson).

René de Chateaubriand (1768—1848) naquit à Saint-Malo dans une famille ancienne de Bretagne, reçut une éducation assez désordonnée et, après avoir brillamment fini ses études au collège embrassa la carrière militaire. La Révolution éclata; Chateaubriand partit pour l'Amérique où il passa deux aus au sein des forêts vierges. Rentré en France il s'engagea dans l'armée des émigrés. Après s'être retabli d'une blessure il se rendit à Londres où il connut grande pauvreté.

A ce temps il écrivit son *Essai sur les Révolutions*. Après la mort de sa mè.e et de sa soeur il devint chrétien fervent et c'est alors qu'il commença son grand ouvrage *le Génie du Christianisme*—une apologie poétique de la réligion chrétienne. Cette œuvre eut un succès énorme, aussi que les épisodes tirés de cet ouvrage et publiés separement—histoire d'un jeune homme René, plein de mélancolie, dégoûté de tout. Chateaubriand attira par ses écrits la bienveillance de Napoléon, qui le fit nommer ambassadeur, puis ministre; mais le désaccord p litique entre lui, resté royaliste, et Bonoparte le força à donner sa démission. Il mourut en 1848.

Entre autres oeuvres de Chateaubriand il faut citer: les *Martyrs* — une peinture de l'Eglise chrétienne sous Dioclétien, *l'Itinéraire de Paris à Jérusalem*— déscription de son voyage en Palestine, et enfin l'ouvrage publié après sa mort, *les Mémoires d'Outre-Fombe.*

Chateaubriand eut une profonde influence comme créateur du héros romantique, pessimiste et mélancolique, s'ennuyant toujours et partout, dégoûté de la vie et rêvaut les mondes vagues. Cette influence Chateaubriand partagea avec Byron. Ses oeuvres se distinguent par l'art exceptionnel de peindre la nature, par l'harmonie et l'expression de sa langue.

Mais Chateaubriand aussi que m-me de Staël, ne furent que les précurseurs du romantisme qui envahit entièrement la littérature vers 1830.

Les poètes **lyriques** les plus remarquables de ce temps furent:

Alphonse de Lamartine (1790 — 1869) naquit à Mâcon dans la famill d'un officier, passa ses études chez les jésuites. Rentré à Paris en 1814, après un voyage en Italie, il servit dans l'armée de Louis XVIII. Après avoir quitté ce service, il s'installa définitivement à Paris et dans quelque temps publia ses *Méditations poétiques*—recueil des vers mélodieux, pleins de tristesse. Louis XVIII, enchauté par ces poésies, le nomma secrétaire d'ambassade à Florence. En 1821 Lamartine publia les *Nouvelles Meditations* qui eurent le même succès. En 1829 il fut nommé ministre plénipotentiaire en Grèce, mais la Révolution de 1830 le força à donner sa démission. En 1832 il fit avec sa femme et sa fille un voyage en Orient qu'il a décrit plus tard. Près de ce temps il entra en scène politique comme defenseur des idées liberales et fut même en 1848 le chef du gouvernement provisoire. La vie large l'a ruiné et au déclin de l'âge il se vit obligé d'écrire pour gagner sa vie. Il mourut à l'âge de soixante-dix-neuf ans.

Les oeuvres de Lamartine de distinguent par une sincérité profonde, par ce souffle de verité qui pénètre chaque page. Les oeuvres réflètent l'âme du poète—trouble, pleine de sensations vagues mais nobles. Dieu, l'humanité, la nature—ses vers embrassent tout.

Alfred de Vigny (1799 — 1863) naquit á Loches d'une famille de militaires, revèle dès son enfance des goûts belliqueux et en 1814 entra dans les mousquetaires de la maison du roi. Il commença á écrire en 1815. En 1822 il publia les poèmes de *Déluge* et de *Moïse*. En 1828 il donna sa démission, en 1846 il fut réçu á l'Académie. Ses dernières poésies, intitulées *Déstinées* furent publiées après sa mort. Il mourut à l'âge de soixante-quatre ans.

Ses oeuvres, peu nombreuses en somme, sout pénetrées d'une abnégation tranquille, d'un pessimisme sans révolte et sans éspoir.

Pierre Béranger (1780 — 1857) naquit à Paris, passa son enfance en apprentissage chez un artisan, en 1815 publia son premier volume de chausons satiriques (attaquant le gouvernement), qui furent bien accueillies par le public mais attirèrent le mécoutentement du gouvernement. Son second volume de chansons lui valut trois mois de prison et 500 francs d'amende; en 1828 pour un nouveau recueil de chansons il fut condamné à neuf mois de prison et 10000 francs d'amende, ce qui réhaussa encore davantage sa popularité. Ce fut le comble de sa gloire. Mais il renonça aux honneurs politiques qui lui étaient proposés et se rétira du champs de la littérature pour que rien ne trouble sa vieillesse sereine. Il mourut à l'âge de soixante-dix-sept ans.

Ses chansons furent très variées: tour à tour gaies, sentimentales, patriotiques et satiriques, mais toujours incarnées dans les vers sonores et à la portée des masses. Ici le secret de sa popularité extraordinaire.

Alfred de Musset (1810 — 1857) etait fils d'un littérateur, fit ses études dans un collège aristocratique; après l'avoir fini il se mit tour à tour à étudier le droit, la médécin`, la peinture. En 1830 il écrivit les poésies, intitulées *Contes d'Espagne et d'Italie.* En 1832 il donna le *Spectacle dans un fauteuil*, en 1833—*Rolla*. La même année il se rencontra avec George Sand et fit avec elle un voyage en Italie. La rupture avec elle lui inspira la *Conféssion d'un enfant du siècle*—roman (1836). De 1835 à 1838 il ècrivit la *Lettre à Lamartine*, les *Nuits* et enfin en 1841—le *Souvenir.* Il mourut à l'âge de quarante-sept ans.

Ses oeuvres représent eut un mélange de tristesse et de rire, d'exquise ironie et de fougue juvénile; quant à la forme, elle est parfois négligée et bizarre, mais toujours gracieuse et originale.

Théophile Gautier (1811—1872) naquit à Tarbes, après avoir fini ses études, il passa deux aus dans l'atelier d'un peintre célèbre. Ses premières *Poésies* parurent en 1830, les romans *Jeune France* et *M-lle de Maupin* suivirent. Il collabora longtemps au Figaro et à la Presse où il ècrivit les articles de critique artistique et littéraire. Parmi ses autres oeuvres sont connues: la *Comédie de la Mort*, le *Voyage d'Espagne*, les *Emaux et Camées*, le *Capitaine Fracasse.*

Gautier se distingue des autres romantiques et lyriques par l'objectivisme de ses oeuvres où est peint le monde exterieur et non les sentiments personnels.

Victor Hugo appartient aussi aux poètes lyriques, mais de lui nous dirons ci-dessous.

Parmi les romanciers nombreux de ce temps il faut citer:

Victor Hugo (1802—1885), fils d'un général de l'Empire; naquit à Besançon, suivit son père en Espagne et fit ses études quelque temps dans un collège des nobles à Madrid. A dix-sept ans il remporta deux prix pour ses poésies au concours des Jeux Floraux de Toulouse. En 1821 mourut sa mère qu'il aimait tendrement. En 1826 il publia ses *Odes et Ballades* qui lui apportèrent une pension de mille francs, accordée par Louis XVIII. Pair de France sous Louis-Philippe, député de Paris en 1848, il avait été d'abord légitimiste, puis libéral, vers 1850 il devint républicain et démocrate. Il mourut à l'âge de quatre-vingt-trois ans. Ses funérailles fureut une vraie apothéose. Parmi ses *oeuvres poétiques* il faut citer encore: les *Feuilles d'Automne*, les *Chants du Crépuscule*, les *Voix intérieures*; parmi ses *drames—Hernani* et *Ruy Blas*, et parmi ses *romans—Notre Dame de Paris*, les *Misérables.* Ce sont des oeuvres grandioses, d'une imagination puissaute, debordautes d'images, et d'idées vagues, mais généreuses.

L'influence de V. Hugo fut immense. Il était plus qu'un quart de siècle le Maître, le chef reconnu de l'école romantique. On peut lui reprocher quelque abus de l'autithèse, un certain manque de sens psychologique, mais ou ne peut pas nier la vigueur de son imagination et la richesse merveilleuse de sa langue.

George Sand (Aurore Dupin, 1804 —1877), arrière-petite fille du maréchal de Saxe, naquit à Paris, fut élevée par sa grand'mére dans son château de Nohaut en Bery, passa ses études au couvent des Augustines anglaises, d'où elle revint à seize ans à Nohaut, déjà dégoûtée de la vie. A vingt-un ans elle épousa M. Casimir Dudevant, mais après six ans d'une éxistence bien pénible, se sèpara de son mari et s'installa à Paris avec sa fille.

A cette époque elle commença à écrire. Son premier roman (sous compter celui-ci qu'elle a écrit eu colloraboration avec Jules Saudeau) publié en 1832 sous le nom de George Sand, fut *Indiana* une protéstation passionnée contre l'institution du mariage. La même année parut *Valentine*, l'année suivante—*Lélia*. Le voyage en Italie avec Alfred de Musset et la rupture avec lui, lui inspirèrent les *Lettres d'un voyageur* et *Jagues*—apologie du suicide. Puis succéssivement parurent *André*, *Leone Leoni*, *Lavinia* et encore beaucoup d'autres. Ces romans appartiennent à la première période de sa vie littéraire. La seconde période commença près de 1838, quand elle embrassa les idées socialistes, elle écrivit alors le *Péché de M-r Antoine*, le *Compagnon du tour de France.* En 1839 elle se fixa à Nohaut, où elle écrivit la *Mare au Diable*, la *Petite Fadette*. Ses dernières années elle consacra aux enfants et écrivit des contes pour

ses petits-enfants, et des igylles—*Jean de la Roche*, le *Marquis de Villemer*. Elle décéda paisiblement à l'âge de soixante-treize ans.

George Sand occupe une place centrale dans l'histoire de la littérature française; ses oeuvres incarnent le romantisme lyrique et idéaliste, même ou peut la désigner comme chef de l'école idéaliste. Douée d'une large imagination, d'un rare dou d'observation, admiratrice fervente des idées humauitair s et socialistes qui correspondaient si bien à sa bouté naturelle, elle cherche à peindre dans ses romans la vie de l'avenir, le rêve du bonheur universel fondé sur la liberté et l'égalité, le tableau romantique de perfection humaine.

Honoré de Balzac (1799 — 1850) naquit à Tours, d'abord était clerc du notaire, puis imprimeur, se lança dans les spéculations qui ne servirent qu'à l'endetter. Ruiné, il se mit à écrire et écrivit vingt ans sans rélâche. De ses oeuvres le plus grand interêt offre: la *Comédie humaine*,—contenant près de 100 volumes.

Les oeuvres de Balzac donnent un tableau fidèle de la société bourgeoise de son temps; par cet e éxactitude de peinture il s'éloigne du romantisme à tel point qu'on l'a proclamé le père du réalisme contemporain.

Alexandre Dumas (1803 — 1870)—fils d'un général de la Révolution, petit-fils d'une négresse, reçut une instruction médiocre. A vingt-trois ans il publia un volume de *Nouvelles*. Après ça, chaque année paraissaient ses ouvrages innombrables, parmi lesquels il faut mentionner: *Henri III*, *Antony*, *la Tour de Nesle*, le *Comte de Monte-Cristo*, les *Trois Mousquetaires*, *Vingt-ans après*. Il a écrit 257 volumes.

Voici comment Nettement caractèrise son talent: «....M-r Dumas est un remarquable conteur, il sait intéresser le lecteur par les qualités d'une imagination brillante qui au don heureux d'i mecutiou dramatique, joint la verve, l'action....»

Il faut encore faire meution de quelques historieus et orateurs de ce temps qui eussent une grande influence sur leurs contemporains:

François Guisot (1787 — 1874), professeur d'histoire moderne à la Sorbonne, succèssivement le ministre de l'intérieur, de l'instruction publique, des affaires étrangères ecrivit *l'Histoire de la Révolution d'Engleterre*, *l'Histoire du gouvernement réprésentatif*, *Essais sur l'histoire de France*, *Histoire de la civilisation en Europe*, *Histoire de civilisation en France*.

Ses oeuvres révèleut une érudition profonde, un rare talent littéraire dont il sa servit pour exprimer les principes et les voeux de la bourgeoisie triomphaute.

Adolphe Thiers (1797 — 1877)—avocat, fut député, ministre de l'intérieure, président de conseil, grand orateur parlamentaire, écrivit *Histoire de la Révolution française*, *Histoire du Consulat et de l'Empire*.

Il montra une nettété remarquable de pensée et une grande souplesse de parole.

Jules Michelet (1798 — 1874), fils d'un imprimeur, dans sa jeunesse—répétiteur dans une pension, en 1833—professeur d'histoire moderne à la Sorbonne. Il écrivit *l'Histoire de France*, *Princ pe de la philosophie de l'histoire*, *Histoire romaine*.

Michelet joint à une large érudition le dou d'une riche imagination et une tendre sympathie pour l'éternel travailleur—le Peuple.

Dans la seconde moitié du XIX siècle dans la littérature française s'est opéré un changement conforme à la disposition actuelle des ésprits. Dans la lutte sociale la bourgeoisie emporta la victoire et ce fut elle qui dicta maintenant ses lois dans tous les domaines de la vie nationale. Elle apporta partout ses goûts d'ordre, de modération, de positivité, d'existence rangée. Cela se comprend qu'elle n'avait rien de commun avec l'idéal romantiqui qui éloigue l'homme de la terre, et la littérature qui reflète toujours les courants dominants, se transforma peu à peu: elle descendit du ciel à la terre, elle commença à peindre la vie telle comme elle est. Alors naquit le naturalisme.

La poésie de ce temps représentent:

Leconte de Lisle (1820 — 1894) ecrivit: *Poèmes barbares*, *Poèmes tragiques*, *Dernières poèmes*. Après Victor Hugo, il fut le maître incontestable

de la poésie française; grand éradit il s'interessa surtout des réligions, dont les légendes il incarna dans ses beaux vers.

Sully Prudhomme (1839) écrivit: *Stances et poèmes*, *Solitudes*, *Vaines tendresses*, le *Bonheur*.

Dans ses poèmes on trouve: «une poésie subtile, vaporeuse, sans être nuageuse, précise sans être abstraite, (qui) saisit à la fois l'imagination et l'intelligence». (Lanson).

Charles Bodelaire (1821—1867), traducteur d'Edgar Poë, écrivit les *Fleurs du mal*, *Oeuvres posthumes*.

Ses oeuvres sont penétrés d'un pessimisme lugubre et d'une aspiration vers la mort.

Le roman de ce temps représentent:

Gustave Flaubert (1821—1880) écrivit: *Madame Bovary*, *l'Education sentimentale*, *la Tentation de Saint-Antoine*.

Ses oeuvres donnent un tableau fidèle de la vie, un miroir où réflechit l'homme avec toutes ses souffrauces et erreurs;

Alphonse Daudet (1840—1897) écrivit les romans de: *Petit chose*, *Contes de Lundi*, *Aventures de Tartarin de Tarascon*, *Jack*, *Fromont jeune et Risler aîné* etc, où il révéla une intuition psychologique et une grande delicatesse de sentiment.

Emile Zola (1840—1902) écrivit: *Contes à Ninon*, les *Rougon-Maquart* (histoire naturelle et sociale d'une famille sous le second Empire), *Paris*, *Rome*, *Louvre*.

Il a été le chef de l'école naturaliste. Doné d'une imagination puissante et d'un grand talent déscriptif il donne parfois les peintures d'une grandeur épique.

Guy de Maupassant (1850—1893) écrivit: *Une vie*, *Bel Ami*, *Fort comme la mort*, *Notre coeur*.

Ses oeuvres sont des photographies de la vie, éclairées d'une ironie tantôt triste, tantôt âpre.

Alexandre Dumas-fils (1824—1895) écrivit quelques romans, mais fut surtout connu par ses pièces du théâtre: la *Dame aux Camélias*, *le Père prodigue*, le *Demi-Monde*, le *Fils naturel*, *Francillon* etc., qui sont remarquables par la finesse d'observation et interessantes par les questions de famille et de société qu'elle soulevaient.

Anatole France (1844) écrivit: le *Crime de Silvestre Bonnard*, le *Livre de mon ami*, le *Lys rouge*.

Chez France l'intelligence domine sur l'imagination, il est beaucoup plus érudit et bibliophile que poète.

Pierre Loti (1850) écrivit: *les Pêcheurs d'Islande*, *Mon frère*, *Jvès*, le *Désert et Jérusalem*.

Ses meilleures oeuvres sont celles où il décrit les contrées lointaines, qu'il visita pendant ses voyages. Son style est riche et varié.

Parmi les nombreux historiens et philosophes du XIX siècle dont la plupart mérite d'être nommée, il nous est impossible de laisser passer celui, dont les oeuvres out soulevé taut de disputes,—Erneste R nan.

Erneste Renan (1823—1892) écrivit: *la Vie de Jésus*, *Etudes d'histoire réligieuse*, *Discours et Conférances*, *Histoire du peuple d'Israel*.

Renan est rationnaliste et positiviste: prenant pour le point de départ la conception déterministique il établit la rélativité et l'origine humaine de la réligion. «Renan a...la souplesse délicieuse de l'intelligence, la richesse éblouissante des idées... pénétrant analyseur d'âmes, penseur profond...» (Lanson).

Conclusions.

Dans l'histoire de la littérature française du XIX siècle on trouve deux courants dominauts: dans la première moitié règne *le romantisme*, dans la seconde—*le naturalisme*.

Le romantisme se manifesta dans *le roman:* par la naissance du roman

historique dont le sujet était le plus souvent inspiré par les légendes pittoresques du moyen âge; par l'épanouissement du roman subjectif et lyrique;

dans *le drame*: par l'annulation des trois unités, par le mélange des genres, par l'abolition de la tragédie;

dans *la poésie*: par la réconstitution de la rime, devenue riche et sonore, par la richesse d'images;

dans *l'histoire*: par le désir de saisir l'âme du passé, reproduire son essence et sa couleur locale.

Le romantisme fut substitué par le naturalisme, qui transforma tous les genres littéraires:

le roman perd sa subjectivité, sous l'influence des sciences naturelles etale les théories scientifiques, remplace l'observation intérieure par l'observation extérieure;

la poésie, selon le courant gènéral de l'époque, se seut aussi captivée par l'ésprit scientifique et subordonne le sentiment à la pensée;

dans *l'art dramatique* nous voyons la prépouderance de comédie sur le drame.

La seconde moitié du XIX siècle, contemplèe de point de vue de ses tendances fondamentales, indique—la victoire des sciences positives sur la réligion, le règne du materialisme y compris non seulement l'établissement de la doctrine, mais aussi les dispositions des esprits.

Ключъ къ курсу французскаго языка.

„Федра".

Трагедія Расина.

Содержаніе.

Федра, вторая жена Тезея, царя Аѳинъ, любитъ Ипполита, сына своего упруга. Однажды, когда Тезей отсутствовалъ изъ Аѳинъ, Федра, мучимая этой любовью, сознается въ ней своей вѣрной служанкѣ Энонѣ. Какъ разъ въ то время распространился слухъ, что умеръ Тезей. Федра, потрясенная этой новостью, считая себя свободной, признается въ своемъ чувствѣ Ипполиту. Ипполитъ въ ужасѣ отталкиваетъ ее, Федра чувствуетъ себя униженной и клянется отомстить. Вдругъ царицѣ объявляютъ, что Тезей вовсе не умеръ, и что онъ скоро даже прибудетъ во дворецъ. Федра увѣрена, что Ипполитъ ее выдастъ, и рѣшаетъ умереть. Энона, которая очень любитъ свою госпожу, хочетъ какой угодно цѣной (во что бы то ни стало) спасти ея жизнь и честь. Она обвиняетъ Ипполита въ посягательствѣ на честь своей мачехи. Тезей полонъ гнѣва, онъ проклинаетъ своего сына и заклинаетъ Нептуна наказать его. Его желаніе быстро исполняется: Нептунъ выводитъ изъ моря чудовище, которое причиняетъ смертъ Ипполиту. Федра, потрясенная смертью невиннаго, измученная угрызеніями совѣсти, отравляется и прежде, чѣмъ умереть, разсказываетъ правду своему мужу.

ЯВЛЕНІЕ V.

Федра, Ипполитъ и Энона.

Федра и Энона (*въ глубинѣ сцены*).

Федра.

Вотъ онъ! Вся кровь вдругъ къ сердцу прилила,—
Увидѣла его и все забыла!

Энопа.

Но вспомни,—вся надежда сына ты!

Федра.

Узнала я, что ты насъ покидаешь,
Печаль свою съ тобой дѣлить пришла,
Пришла еще, чтобъ говорить о сынѣ:
Отца любимаго лишился онъ,
Быть можетъ, скоро матери лишится;
Уже толпой враговъ онъ окруженъ,
И защитить его одинъ ты можешь,
Но совѣсти укоръ смущаетъ духъ:
Боюсь, что крика его ты не услышишь.
Я трепещу, твой гнѣвъ противъ меня
Въ отмщеніе надъ сыномъ разразится!

Ипполитъ.

Ужели думаешь, такъ низокъ я?

Федра.

На ненависть твою роптать не смѣю,—
Одни гоненія ты видѣлъ отъ меня,
А не читалъ, что въ сердцѣ происходитъ!...
Я возбуждала ненависть въ тебѣ,
Меня твое присутствіе смущало...
Открыто, тайно ль, но достигла я,
Что насъ съ тобою море раздѣлило...
О, боги! Запретила, наконецъ,
Произносить всѣмъ имя Ипполита...
Но если оскорбленію плата есть,
И ненависть за ненависть дается,
То женщины несчастнѣе меня
И жалости достойнѣй—не найдется!..

Ипполитъ.

Своихъ дѣтей такъ нѣжно любитъ мать,
Что мачехою доброй быть не можетъ.
И знаю я, раздоры—то плоды,
Плоды всегдашніе второго брака!..
Но думаю, другая, можетъ быть,
Доставила бъ мнѣ болѣе страданій!..

Федра.

О, нѣтъ! Готова небо призывать
Въ свидѣтели,—о томъ я не мечтала!
Другая у меня тревога и печаль.

Ипполитъ.

Тебѣ тревожиться пока не время!
Быть можетъ, что Тезей не умиралъ
И, волею боговъ, къ намъ возвратится.—
Недаромъ охранялъ его Нептунъ,
И мой отецъ молилъ его недаромъ!

Федра.

Кто дважды рѣку мертвыхъ видѣть могъ?
Напрасно ждешь его ты возвращенія,—
Тезей ужъ былъ на мрачныхъ берегахъ,
И Ахеронъ добычи не упуститъ...
Что говорю?.. Онъ живъ!.. Ты, ты, отецъ!..
Мнѣ кажется, теперь онъ предо мною!..
Вотъ онъ! Съ нимъ говорю, и сердце такъ...
Я помѣшалась... Бредъ безумный выдалъ!

Ипполитъ.

Какъ горячо, какъ сильно любишь ты!
Хоть умеръ царь, а все его ты видишь!
О, какъ душа твоя полна любви!

Федра.

Да, я горю, я чахну отъ Тезея!
Люблю его, но не за то, что въ адъ
Спустился онъ, поклонникъ дикой страсти,
Чтобъ обезчестить ложе духа тьмы,—
Люблю, хоть, правда, онъ суровъ немного,—
За преданность, за гордость, красоту,
За молодость, за обаянья силы
И привлекать и покорять сердца.
Люблю такимъ, какъ бога представляю,
Или такимъ, какъ ты... Такой же ростъ,
Твои глаза, рѣчь та же, и стыдливость
Такая же въ лицѣ его была,
Когда, достойный дочерей Миноса,
Онъ къ дорогому Криту подплывалъ...
Ты гдѣ же былъ? Зачѣмъ наплывъ героевъ

Всей Греціи явился безъ тебя?
Вѣдь ты моложе былъ,—зачѣмъ онъ не взялъ
Тебя на свой корабль, что прибылъ къ намъ?
Ты бъ сокрушилъ чудовище на Критѣ,
Сокрытое въ пещерѣ у себя,
И въ лабиринтѣ бы тебѣ вручила
Моя сестра спасительную нить...
Нѣтъ, нѣтъ, ее бы я предупредила,
Тогда бы мнѣ любовь внушила мысль;
Счастливая, пришла бъ къ тебѣ на помощь,
Я вывела бъ тебя оттуда,—я!
Какъ охранять тебя тогда бъ я стала!
Не успокоила бы нить меня:
Въ тотъ міръ опасностей, тебѣ грозящій,
Сама пошла бы впереди тебя,
Съ тобой бы Федра въ лабиринтъ спустилась,
Съ тобой спаслась, погибла бы съ тобой!..

Ипполитъ.

О, боги! Что я слышу!? Ты забыла,
Что твой супругъ и мой отецъ Тезей!

Федра.

Ты почему же думаешь, забыла?
Я развѣ потеряла свою честь?

Ипполитъ.

Прости, царица! Какъ посмѣлъ я думать!
Стыжусь, какъ могъ я обвинить тебя!
Не понялъ словъ! Очей поднять не смѣю!
Я ухожу...

Федра.

Жестокій!.. Понялъ все,
Все понялъ ты!.. Нѣтъ больше заблужденій!
Ну что же? Изступленье Федры знай,—
Люблю тебя! И знай, пылая страстью,
Я помутила свѣтлый разумъ свой,
Что воля съ пыткою держала чувство,
Что ядъ надежды не питалъ его,
Что мщеніе боговъ,—безумье страсти,—
Мнѣ ненавистнѣе, чѣмъ я тебѣ!
Мнѣ боги въ томъ свидѣтели, тѣ боги,
Что кровь огнемъ проклятымъ разожгли,
Тѣ боги, что стяжали себѣ славу,
Несчастной смертной сердце развративъ.
Ты помнишь самъ, не только избѣгала,
Жестокая, тебя, но изгнала!
Чтобъ потушить любви огонь, старалась
Я ненависть въ тебя вселить, и что жъ?
Къ чему мнѣ послужили всѣ старанья?
Чѣмъ болѣе ты ненавидѣлъ, тѣмъ
Горячѣй, безумнѣй я любила!
Страдальцемъ ты еще дороже былъ!
Исчахла въ мукахъ я, въ огнѣ истлѣла.

Изсохла, слезы выплакавъ свои...
Довольно и взглянуть, чтобы повѣрить,
Когда взглянуть ты можешь на меня!
Ужели думаешь, что я охотно
Постыдное признанье приношу?
Пришла затѣмъ, чтобы просить о сынѣ
Не гнать и не преслѣдовать его,—
Долгъ слабый сердца, полнаго любовью!
И что жъ? Увы! Забыла все съ тобой!
Смой мщеніемъ любви преступной слѣдъ,
Явись достойнымъ своего отца,
Убей чудовище!.. Вдова Тезея
Вдругъ смѣла Ипполита полюбить?!
Но вѣрь, чудовище не можетъ скрыться...
Вотъ сердце!.. Вотъ!.. Направь сюда ударъ!..
Чтобъ смыть позоръ, я чувствую, какъ рвется,
Стремится какъ подъ лезвее меча!..
Рази!! Но, можетъ, сердце недостойно
Удара твоего? Иль казнь мягка?..
Иль, можетъ быть, моею гадкой кровью
Свои боишься руки осквернить?..
Я помогу тебѣ!! Дай мечъ свой, дай же!..

Энона.

О праведные боги!.. Что съ тобой?
Сюда идутъ! Тебя враги увидятъ!
Узнаютъ твой позоръ!.. Идемъ скорѣй!..

ЯВЛЕНІЕ VII.

Тезей, Федра, Тераменъ, Панопа и стража.

Тезей.

Ты торжествуй,—его ужъ нѣтъ въ живыхъ!
А!.. Я боюсь... Жестокое сомнѣніе
Мнѣ, противъ воли, осѣняетъ мысль!..
Но умеръ онъ; хвались своей побѣдой!
И гибели достоинъ онъ, иль нѣтъ,—
Не знаю я,—въ томъ каюсь я предъ всѣми!..
Онъ виноватъ!.. Онъ обвиненъ тобой!..
Довольно слезъ дала его кончина...
Зачѣмъ ужасной истины искать?..
Она не сниметъ гнетъ моей печали,—
Скорѣе увеличитъ этотъ гнетъ...
Оставь меня!.. Я покидаю берегъ,
Гдѣ сына кровь преслѣдуетъ меня!..
Гонимъ всегда воспоминаньемъ страшнымъ,
Отъ міра цѣлаго готовъ бѣжать!
Все обвинитъ меня, и даже имя
Тезея славнаго мнѣ муки дастъ.
Гдѣ менѣе людей,—туда я скроюсь...
Проклятье покровительству боговъ!!
Пойду оплакивать я ихъ благоволенье,
И ни о чемъ не стану ихъ молить!!
Ничто меня вознаградить не въ силахъ
За все, что взято ими у меня!

Федра.

Прерву, Тезей, преступное молчанье,
Я Ипполита оправдать должна!
Невиненъ онъ!..

Тезей.

О, я, отецъ несчастный!
Тебѣ повѣривъ, погубилъ его!..
Жестокая!.. Тебѣ нѣтъ оправданія!!

Федра.

Мнѣ время дорого! Ты выслушай меня!..
Я нечестивый взглядъ свой смѣла бросить
На непорочность сына твоего,
Въ груди преступное зажглося пламя...
Энона гнусная руководила всѣмъ...
Боясь, что сынъ, узнавъ мое безумье
И возмущенный имъ, откроетъ все,—
Коварно овладѣвъ моей душою,
Она спѣшила обвинить его!..
Но, гнѣва моего страшась, бѣжала
И въ морѣ легкую кончину обрѣла...
Убила бъ я себя, но добродѣтель
Его тогда не оправдала бъ я.
И, чтобъ открыть тебѣ мои страданья,
Я медленнѣй избрала къ смерти путь:—
Я отравилась ядомъ, что въ Аѳины
Медея принесла... И жгучій токъ
Его уже струится въ моихъ жилахъ...
Я чувствую, какъ въ сердце онъ проникъ...
И холодомъ оковываетъ сердце..
Какъ сквозь туманъ, супруга вижу... небеса,
Которыхъ оскорбила своею жизнью!
Ужъ смерть мнѣ очи покрываетъ мглой...
И... очищаетъ день... отъ смраднаго... дыханія!..

Панопа.

Она кончается...

Тезей.

Когда позоръ
Могла бъ она изъ памяти исторгнуть!
Увы!.. Теперь я понялъ все!.. Бѣгу
Отъ ужаса рыдать надъ кровью сына,
Бѣгу останки лобызать его!!...
Хоть этимъ искупить проклятое моленье!..
Достойныя я почести воздамъ!..
И, чтобы тѣнь страдальца успокоить,
Предавъ забвенію всю кровную вражду,
Какъ дочь, его невѣсту любить я буду!..

(Пер. Л. В. Буланина).

Французская литература.

XVI вѣкъ.

Множество великихъ историческихъ событій благопріятствовало быстрому развитію литературы XVI вѣка: возрожденіе искусствъ, которое открыло передъ изумленнымъ человѣчествомъ неисчерпаемыя богатства древняго міра и пробудило страстное стремленіе къ прекрасному, религіозная реформація, которая заставила умы изучать вопросы, близкіе къ религіи, философіи, исторіи, затѣмъ слѣдуетъ изобрѣтеніе книгопечатанія, которое облегчило движеніе литературныхъ произведеній, въ результатѣ чего—поднятіе умственнаго уровня.

Французская поэзія въ XVI вѣкѣ открывается именемъ **Клемента Маро** (*1495—1544*), въ которомъ соединились тонкость, здравый смыслъ и язвительный юморъ его литературныхъ предшественниковъ—поэтовъ XV вѣка. Онъ сумѣлъ избѣгнуть педантизма, столь распространеннаго въ то время.

Преемники Маро образовали литературныя группы, среди которыхъ самой знаменитой была «плеяда», главой которой былъ признанъ **Пьеръ Ронсаръ** (*1524—1585*), пользовавшійся огромнымъ успѣхомъ у своихъ современниковъ. Онъ испробовалъ всѣ роды (литературы), въ которой блистали древніе, пытался обогатить французскій языкъ заимствованіями изъ латинскаго и греческаго, но это ему не удалось.

Матюрэнъ Рэнье (*1573—1613*) также изучалъ древнихъ, но онъ сумѣлъ избѣгнуть ошибки Ронсара, «онъ придалъ гальскому (французскому) языку твердость и выраженіе энергіи» (Боннефонъ). Онъ былъ первымъ представителемъ и даже творцомъ французской сатиры.

Малербъ (*1555—1628*) замѣчателенъ изяществомъ, тонкимъ вкусомъ и ритмомъ своихъ стихотвореній. Онъ проявилъ себя литературнымъ противникомъ Ронсара, объявивъ безпощадную войну злоупотребленію заимствованіями, иностранными выраженіями, введенными во французскій языкъ, который онъ старался очистить и которому старался вернуть его оригинальность.

Самыми замѣчательными прозаиками XVI вѣка были *Раблэ, Кальвинъ, Амьо и Монтэнь.*

Раблэ (*1483—1553*) написалъ *„Жизнь Гаргантуа и Пантагрюэля»*, язвительную сатиру на общество среднихъ вѣковъ; сожалѣютъ, что высокія идеи соединяются у него съ циничнымъ языкомъ. Какъ бы то ни было, въ его твореніяхъ можно найти глубину мысли, богатство воображенія и здравый смыслъ.

Жанъ Кальвинъ (1509—1564), суровый апостолъ реформаціи, оставилъ намъ *«Христіанскія установленія»*, работу, содержащую изложеніе его доктрины и замѣчательную также (какъ всѣ произведенія Кальвина) энергіей стиля и точностью выраженій.

Жакъ Амьо (1513—1593) перевелъ *«Жизнь великихъ людей»* и *моральныя произведенія* Плутарха; этотъ переводъ приковываетъ вниманіе своими столь французскими выраженіями, что его можно было бы счесть за оригинальное произведеніе.

Мишель Монтэнь (*1533—1592*) написалъ свою исповѣдь, которую назвалъ «опытами». Онъ нападаетъ на испорченные нравы, заблужденія церкви, инквизицію и развиваетъ принципы практической философіи.

Самые замѣчательные драматическіе писатели XVI вѣка были: **Жодель** (1532—1573), предтеча Корнеля и Мольера,—первый французскій драматургъ, который порвалъ съ театральными традиціями среднихъ вѣковъ; **Гарнье** (*1534—1590*) подражалъ античнымъ трагикамъ и имѣлъ огромный успѣхъ у своихъ современниковъ; **Арди**—самый плодовитый изъ французскихъ драматическихъ писателей: послѣ него осталось больше шестисотъ театральныхъ пьесъ.

XVII вѣкъ.

XVII вѣкъ называютъ золотымъ вѣкомъ французской литературы, называютъ его также вѣкомъ Людовика XIV. Литературу этого вѣка нужно раздѣлить на два періода: первый заключаетъ царствованіе Генриха IV, Людовика XIII и меньшую часть царствованія Людовика XIV, онъ характеризуется интеллектуальной независимостью, настойчивостью въ поискахъ возвышеннаго и великаго; второй же періодъ, являющійся апогеемъ французской литературы, начинается съ личнаго управленія Короля-Солнца, это—эпоха, когда господствовали красота, порядокъ, размѣренность, дисциплина въ литературѣ, какъ и вездѣ и повсюду. Драматическое искусство обязано своимъ расцвѣтомъ тремъ славнымъ именамъ: *Корнеля, Расина и Мольера.*

Пьеръ Корнель (*1606—1684*) родился въ Руанѣ въ семьѣ адвоката и самъ долженъ былъ быть въ сословіи, но онъ не преминулъ его покинуть. Его первое произведеніе была комедія *Мелита*, въ 1636 г. появился *Сидъ*, который имѣлъ громадный успѣхъ, потомъ онъ послѣдовательно написалъ *Горація-Цинну* и *Поліэктъ*,—эти четыре трагедіи были шедеврами Корнеля; пьесы, появившіяся впослѣдствіи, не имѣли успѣха, и, въ самомъ дѣлѣ, онѣ уступали первымъ. Послѣ ихъ провала Корнель отказался отъ театра и обратился къ религіи. Онъ умеръ въ возрастѣ семидесяти восьми лѣтъ.

Жанъ Расинъ (*1639—1699*) родился въ Фертъ-Молонъ, родителей онъ лишился въ возрастѣ четырехъ лѣтъ, воспитывался въ подобіи монастыря; уже въ нѣжномъ возрастѣ у него пробудилась страсть къ мертвымъ языкамъ и поэзіи. Въ шестнадцать лѣтъ онъ испробовалъ свои силы, написавъ нѣсколько пьесъ. Въ 1667 году появился его первый шедевръ *Андромаха*, въ 1669 году *Британникусъ*, потомъ появились *Береносъ* (1670), *Бажазетъ* (1672), Митридатъ (1673), *Ифигенія* (1674) и (одна изъ наиболѣе совершенныхъ трагедій Расина) *Федра*; послѣ этой пьесы онъ вдругъ отказался отъ театра; въ это приблизительно время онъ женился и былъ назначенъ исторіографомъ короля. 12 лѣтъ спустя появились его двѣ послѣднія пьесы *Эсфирь* и *Аталія*. Онъ умеръ въ возрастѣ пятидесяти девяти лѣтъ.

Жанъ Баптистъ Поклэнъ (псевдонимъ *Мольеръ*) (*1622—1673*) родился въ Парижѣ въ семьѣ обойщика, который въ то же время былъ камердинеромъ короля Людовика XIII. Онъ учился въ Парижской школѣ, руководимой іезуитами. Черезъ нѣкоторое время послѣ окончанія школы онъ сталъ во главѣ бродячей труппы. Въ 1658 году онъ поселился въ Парижѣ и скоро вошелъ въ милость короля. Онъ написалъ большое количество пьесъ, среди которыхъ самыя замѣчательныя суть: *Смѣшныя жеманницы*, *Школа мужей*, *Школа женъ*, *Дворянинъ въ мѣщанствѣ*, *Ученыя женщины*, *Скупой*, *Мизантропъ и Тартюфъ*. Умеръ онъ въ возрастѣ пятидесяти одного года отъ легочной болѣзни.

Драматическая поэзія не была единственной, въ которой блистали мысль и творческая способность XVII вѣка; они проявились во всѣхъ литературныхъ родахъ:

въ **сатирѣ**, представленной **Буало**, который написалъ также поэму «Поэтическое искусство», содержащую правила искусства писать, выраженныя въ стихахъ, ставшихъ поговорками;

въ **баснѣ**; большое количество басенъ намъ оставилъ самый популярный изъ французскихъ поэтовъ—**Ла-Фонтэнъ** (1621—1695);

въ **ораторскомъ искусствѣ**, которое въ лицѣ **Боссюэ** (1627—1704) достигло необычайной высоты: Боссюэ, особенно въ надгробныхъ рѣчахъ, не имѣлъ соперниковъ; наиболѣе извѣстная изъ его рѣчей — «*Надгробная рѣчь королевы англійской*»;

въ **философіи**, которая оставила потомству имена Декарта и Паскаля.

Философская система **Декарта** (1596—1650) замѣчательна, какъ первая попытка человѣческаго разума, послѣ средневѣковаго своего рабства, отыскать подлинныя начала жизни, независимо отъ Откровенія. Его исходной точкой было

знаменитое: я мыслю, слѣдовательно—я существую (cogito ergo sum). Онъ установилъ духовную сущность души и, изъ этого положенія, путемъ дедукціи, вывелъ существованіе Бога, Его аттрибуты, существованіе и природу внѣшняго міра. Самыя извѣстныя изъ работъ Декарта: *Міръ*, *Философскіе опыты*, *Страсти души* и т. д. Вліяніе Декарта въ философіи и точныхъ наукахъ было очень глубокимъ.

Паскаль (1623—1662)—одинъ изъ величайшихъ французскихъ мыслителей. Съ дѣтства онъ обнаруживалъ признаки рѣдкаго ума (одаренности); въ 16 лѣтъ онъ написалъ замѣчательное математическое сочиненіе: *Опытъ построенія коническихъ сѣченій*. Въ 32-хъ лѣтнемъ возрастѣ онъ отказался отъ изученія науки и рѣшилъ посвятить жизнь спасенію своей души. Онъ нашелъ себѣ убѣжище въ янсенистской общинѣ Портъ-Рояль; тамъ онъ написалъ свой шедевръ «Письма къ провинціалу», въ которыхъ онъ нападалъ на іезуитовъ. Послѣ его смерти нашли отдѣльныя замѣтки, которыя были изданы подъ названіемъ «*Мысли*». Эти отрывки заключаютъ въ себѣ глубокія мысли и отличаются формой одновременно и простой и изящной.

Между **моралистами** XVII вѣка нужно остановить вниманіе на **Фенелонѣ** (1651—1715), слава котораго простиралась далеко за предѣлы Франціи. Самыя извѣстныя изъ его произведеній: *Трактатъ о воспитаніи дѣвицъ*—книга, полная здраваго смысла и здоровой, хотя и нѣсколько примитивной морали; *Трактатъ о существованіи Бога; Похожденія Телемака*—книга политически-назидательная, выдѣляющаяся живостью изложенія и возвышеннымъ пониманіемъ христіанства.

Намъ остается еще упомянуть о нѣсколькихъ **эпистолярныхъ** [1]) авторахъ, которые блистали въ XVII в.: **мадамъ де Севинье** (1626—1696), **мадамъ де Мэнтенонъ** (1635—1719), жена поэта Скарона (1610—1660).

Выводы.

XVII вѣкъ не зналъ уже того страстнаго стремленія къ классическому міру, которымъ ознаменовалъ себя предыдущій вѣкъ, тѣмъ не менѣе онъ считалъ для себя обязательнымъ подражаніе классическимъ формамъ; литературу этого періода называютъ поэтому *псевдоклассической*. Но, если литература этого времени, беллетристика, не что иное, какъ продолженіе (повтореніе) предыдущаго, то философія, наоборотъ, является уже предвѣстницей грядущаго: мы въ ней обнаруживаемъ намеки на то торжество Разума, которое обезсмертило будущее столѣтіе.

XVIII вѣкъ.

XVIII вѣкъ былъ болѣе плодовитъ, чѣмъ XVII; во всѣхъ (литературныхъ) родахъ мы видимъ большее число писателей, но среди этого безчисленнаго множества писателей находится только нѣсколько именъ, о которыхъ потомство сохранило благодарную память. Между этими послѣдними, надо назвать **Вольтера**, разносторонній талантъ котораго блисталъ одинаково во всѣхъ литературныхъ областяхъ.

Франсуа-Мари Аруэ, (1694—1778), извѣстный подъ именемъ Вольтера, родился въ Парижѣ въ 1694 году, въ семьѣ нотаріуса, окончилъ школу іезуитовъ, по выходѣ изъ которой онъ взялся за изученіе права. Послѣ ссоры съ отцомъ, Вольтеръ обратился къ литературѣ. Онъ началъ свою литературную карьеру трагедіей «*Эдипъ*», имѣвшей большой успѣхъ, который, однако, былъ ничѣмъ по сравненію съ огромнымъ успѣхомъ, которымъ была встрѣчена его эпическая поэма «*Генріада*»: «Прекрасныя описанія, счастливые эпизоды изъ области страшнаго или пріятнаго, краснорѣчивыя рѣчи, портреты, полные силы и правды, дѣлаютъ изъ Генріады одно изъ самыхъ чтимыхъ произведеній французской литературы» (Боннефонъ). Около этого времени Вольтеръ, изъ-за ссоры, былъ изгнанъ изъ Франціи и отправился въ Англію; онъ написалъ тамъ свои

---

[1]) Отъ латинскаго слова epistula—письмо.

«Философскія письма», въ которыхъ нападалъ на политическій деспотизмъ и религіозную нетерпимость. Между главными произведеніями Вольтера нужно назвать еще «*Исторію Карла XII*» (образецъ повѣствовательнаго искусства, историческая книга, написанная съ живостью и блескомъ романа); трагедіи «*Альзира*», «*Магометъ*», комедію «*Блудное дитя*» (блудный сынъ); очерки всемірной исторіи—«*Опытъ описанія нравовъ*» и т. д. Послѣднія двадцать лѣтъ своей жизни Вольтеръ провелъ въ Швейцаріи, въ своемъ Фернейскомъ замкѣ. Онъ скончался въ возрастѣ восьмидесяти четырехъ лѣтъ. Вліяніе Вольтера было огромно: онъ былъ душой Энциклопедіи; его «Философскія письма» произвели дѣйствіе, подобное удару грома; писатели, ученые, монархи, какъ Фридрихъ II и Екатерина II, писали ему, спрашивая у него совѣтовъ; позднѣе его именемъ стали называть всѣхъ атеистовъ и вольнодумцевъ.

Комедія была представ ена въ XVIII вѣкѣ **Бомарше** (1732—1799), который написалъ двѣ комедіи: *Севильскій цырюльникъ* и *Свадьба Фигаро*, содержащія насмѣшки надъ дворянствомъ, духовенствомъ и надъ всѣми основами дѣйствовавшаго общества.

Лирическая поэзія того времени оставила намъ память о молодомъ поэтѣ **Андрэ Шенье** (1762—1794), имя котораго связано съ Революціей; нападки на эту послѣднюю стоили ему жизни. Между другими его произведеніями можно назвать: *Нищій*, *Юная плѣнница*, *Ямбы*.

Наиболѣе выдающіеся философы XVIII вѣка—**энциклопедисты**. Энциклопедія—многотомный словарь, содержавшій трактаты, относившіеся ко всѣмъ наукамъ и искусствамъ. Энциклопедія—величественный памятникъ матеріалистической философіи XVIII вѣка.

Назовемъ изъ сотрудниковъ энциклопедіи:

Дидро (1713—1784), горячаго проповѣдника матеріализма; его *Философскія мысли* обнаруживаютъ большой литературный талантъ;

Д'Аламбера (1717—1783), извѣстнаго, главнымъ образомъ, въ качествѣ сотрудника Энц. Словаря, въ которомъ ему принадлежали Введеніе и трактаты по математикѣ и литературѣ;

Кондильяка (1715—1780), популяризировавшаго во Франціи идеи Локка и въ своемъ *Трактатѣ объ ощущеніяхъ* пытавшагося доказать, что вся духовная жизнь основана исключительно на ощущеніяхъ;

Гельвеція (1715—1771), написавшаго книгу «*О разумѣ*», прославившую его имя;

барона Гольбаха, бывшаго представителемъ матеріализма въ его грубой примитивной формѣ.

Между многочисленными философами и моралистами XVIII вѣка есть одинъ, сыгравшій совершенно особенную роль въ исторіи умственныхъ теченій эпохи,—Жанъ-Жакъ Руссо (1712—1778). **Ж.-Ж. Руссо** родился въ Женевѣ, въ 1712 году, въ семьѣ часовщика. Юность его полна приключеній: онъ занимался многими ремеслами, былъ подъ рядъ лакеемъ, секретаремъ, нищимъ, гувернеромъ и т. д. Общее вниманіе привлекла къ нему оригинальность его работы, представленной Дижонской академіи и отвѣчающей на вопросъ, поставленный этой академіей: *Установленіе наукъ и искусствъ способствовало ли очищенію нравовъ?* Руссо отвѣтилъ отрицательно, напавъ съ большимъ краснорѣчіемъ на всѣ учрежденія (созданныя) человѣческой культуры; по его взгляду, человѣкъ, удаляясь отъ природы, обрекаетъ себя на нравственную гибель: нѣтъ спасенія внѣ природы! Черезъ короткое время послѣ этого онъ принялъ участіе въ другомъ конкурсѣ, объявленномъ той же академіей: на этотъ разъ вопросъ шелъ о «*причинахъ неравенства людей*». Руссо въ этомъ произведеніи снова вооружился противъ семьи, государства, собственности.

Самыми производительными въ жизни Руссо были 5 лѣтъ, проведенныя вдали отъ общества, въ маленькомъ домикѣ, выстроенномъ для него одной изъ его почитательницъ въ глубинѣ ея парка. Онъ написалъ тогда *Новую Элоизу*, *Эмиля*, *Общественный договоръ* и *Исповѣдь*. *Новая Элоиза*—романъ, написанный въ формѣ писемъ; онъ былъ сурово осужденъ современниками, находившими его безнравственнымъ, но, однако, не отрицавшими литературныхъ

достоинствъ этого произведенія. *Общественный договоръ* есть изложеніе политическихъ воззрѣній Руссо; онъ старается здѣсь доказать, что всякое человѣческое общество проистекаетъ изъ договора, который заключили люди, понимающіе преимущества совмѣстной жизни; что, такъ какъ народъ добровольно связалъ себя договоромъ, то онъ воленъ его видоизмѣнять и мѣнять формы правленія—иначе говоря—народъ есть единственный суверенъ. *Эмиль*—книга о воспитаніи, подводитъ итогъ другимъ произведеніямъ Руссо. Онъ беретъ исходной точкой свой взглядъ, что отъ рожденія человѣкъ (рождается) совершененъ, и что общество его портитъ, и развиваетъ планъ воспитанія, которое (какъ это легко понять) заключается въ отсутствіи воспитанія (въ обычномъ смыслѣ этого слова), въ полной свободѣ мыслей и чувствъ; задача наставника сводится къ наблюденію и осторожному руководству; не слѣдуетъ, говоритъ Руссо, преподавать ученику науки и искусства, слѣдуетъ помогать ему ихъ *изобрѣсти*. Въ «*Исповѣди*» Руссо разсказываетъ свою жизнь и, съ тѣмъ непостоянствомъ настроенія, которое ему было свойственно, ежеминутно переходитъ отъ болѣзненнаго самоуничиженія къ неумѣренному самомнѣнію. Руссо умеръ въ 1778 году въ возрастѣ шестидесяти шести лѣтъ.

Монтескье (1689—1755) былъ во время своей молодости совѣтникомъ и предсѣдателемъ парламента въ Бордо; въ это время онъ написалъ свои *Персидскія письма*—язвительную сатиру на Церковь, дворъ и дворянство. Но произведеніемъ, прославившимъ имя Монтескье, былъ его «*Духъ законовъ*», написанный послѣ нѣсколькихъ лѣтъ пребыванія въ Англіи. *Духъ законовъ* познакомилъ континентальную Европу съ англійской конституціей и оказалъ глубокое вліяніе на политическую мысль эпохи.

Среди **моралистовъ** XVIII вѣка мы видимъ еще **Бернарденъ-де-Сентъ-Пьера**, который, впрочемъ, болѣе извѣстенъ, какъ авторъ романа «*Поль и Виргинія*», гдѣ онъ съ большой нѣжностью рисуетъ жизнь двухъ существъ, выросшихъ вдали отъ испорченнаго общества, на лонѣ природы.

Въ заключеніе—нѣсколько общихъ замѣчаній о литературѣ XVIII вѣка: въ литературѣ, какъ и повсюду, преобладаютъ интересы философскіе, соціальные, политическіе; чувство, изученіе человѣческаго сердца уступили мѣсто анализу соціальныхъ отношеній; литература провозглашаетъ торжество Разума—единственнаго божества, которое не было изгнано. Въ этомъ хорѣ голосовъ, объявляющихъ человѣческій умъ, а слѣдовательно, и науку, непогрѣшимыми, звучатъ, однако, и немногіе голоса, которые, какъ Руссо и Бернарденъ-де-Сентъ-Пьеръ, отвергая человѣческую культуру, поютъ восторженные гимны Матери-Природѣ.

XIX вѣкъ.

Начало XIX вѣка не было благопріятно для литературнаго прогресса. Франція, потрясенная революціей, терзаемая деспотизмомъ Наполеона, не была подходящей почвой для плодотворнаго умственнаго труда. Сюда нужно еще прибавить усталость и разочарованіе, которыя охватили умы послѣ слишкомъ абсолютнаго царствованія Разума въ предыдущемъ періодѣ. Литература того времени была холодна, манерна, подражательна, лишена истиннаго вдохновенія. Но это не долго продолжалось. Общество, которое жило послѣднее время слишкомъ интенсивной политической жизнью, ударилось въ индивидуализмъ, который повлекъ за собой торжество чувства надъ разумомъ, взростилъ мечту, стремленіе къ невѣдомымъ мірамъ. Литература не замедлила отразить эти новыя теченія: псевдоклассицизмъ исчезаетъ, появляется на свѣтъ романтизмъ.

Въ эту эпоху два великихъ имени особенно останавливаютъ наше вниманіе: г-жа де-Сталь и Шатобріанъ.

Г-жа де-Сталь (Жермена Неккеръ, 1766—1817), швейцарка по рожденію, уже съ дѣтства обнаруживала признаки рѣдкаго ума, литературныя наклонности, соприкосновеніе же съ великими умами того времени, посѣщавшими ея родителей, ускорило ея развитіе. Въ 1786 году она вышла замужъ за барона

де-Сталь, шведскаго посланника, но скоро разошлась съ нимъ. Г-жа де-Сталь была сначала ревностной поклонницей революціи; въ 1792 году, однако, чтобы избѣгнуть рѣзни, ей пришлось укрыться у своего отца въ его замкѣ Коппэ, на берегу Женевскаго озера.

Вернулась она въ Парижъ въ 1796 году и здѣсь собирала въ своихъ салонахъ самыхъ замѣчательныхъ людей эпохи. Эти собранія очень не нравились Наполеону, который сначала изгналъ г-жу де-Сталь изъ Парижа, потомъ, послѣ напечатанія ея романа *Дельфина* (который она написала въ теченіе своего пребыванія въ Швейцаріи), запретилъ ей навсегда возвращеніе во Францію. Она уѣхала тогда въ Германію, гдѣ была дружески принята великими писателями того времени: Гете, Шиллеромъ, Виландомъ. Послѣ смерти отца и путешествія въ Италію она написала *Коринну*, успѣхъ которой былъ громаденъ. Разсерженное правительство выслало ее въ ея замокъ Коппэ и запретило ей принимать друзей. Въ 1810 году она написала свою книгу о *Германіи*, въ 1821 г., уже послѣ ея смерти, были опубликованы *Десять лѣтъ изгнанія*—впечатлѣнія ея путешествій въ Россію, Швецію. Ея послѣдняя работа, которую она не успѣла окончить, была: *Размышленія о французской революціи*. Умерла она въ 1817 г. въ возрастѣ пятидесяти одного года.

Въ г-жѣ де-Сталь причудливо соединились черты XVIII и XIX вѣковъ: отъ перваго она взяла свои идеи, свою непоколебимую вѣру въ прогрессъ, въ человѣческій разумъ; ко второму она принадлежала по романтическому настроенію, по порыву къ неизвѣстному и смутному идеалу. Ея роль въ литературѣ была велика и разнообразна: «Обращаясь къ разуму своихъ современниковъ, она заставляетъ его учиться, она приноситъ ему идеи, которыя расширяли его, она узакониваетъ всякаго рода утонченными размышленіями новыя стремленія, которыя мучили души и которымъ традиціонные вкусы запрещали свободный доступъ въ литературу. Она устанавливаетъ такимъ образомъ принципы новаго вкуса, сообразовываясь съ новымъ состояніемъ чувства» (Лансонъ).

Рене де-Шатобріанъ (1768—1848) родился въ Сэнъ-Мало, въ старинной британской семьѣ, получилъ довольно безпорядочное воспитаніе, послѣ блестящаго окончанія курса въ коллежѣ онъ избралъ военную карьеру. Вспыхнула революція, Шатобріанъ уѣхалъ въ Америку, гдѣ провелъ два года на лонѣ дѣвственныхъ лѣсовъ. Вернувшись во Францію, онъ поступилъ въ армію эмигрантовъ. Поправившись послѣ раны, онъ отправился въ Лондонъ, гдѣ испыталъ большую бѣдность. Въ это время онъ написалъ свои: *Опыты революцій*. Послѣ смерти своей матери и сестры, онъ сталъ ревностнымъ христіаниномъ; въ то время онъ началъ свою большую работу *Геній христіанства*—поэтическую апологію христіанской религіи. Это произведеніе имѣло громадный успѣхъ, также какъ и эпизоды, взятые изъ этой работы и опубликованные отдѣльно—Аттала и Рене, исторія молодого человѣка Рене, исполненнаго меланхоліи, чувствующаго отвращеніе ко всему. Шатобріанъ своими писаніями снискалъ благоволеніе Наполеона, который назначилъ его посланникомъ, потомъ министромъ, но политическое разногласіе между нимъ, оставшимся роялистомъ, и Бонапартомъ заставило его выйти въ отставку. Умеръ онъ въ 1848 году.

Между произведеніями Шатобріана нужно назвать *Мучениковъ*—картину Христіанской церкви во время Діоклетіана, *Путешествіе изъ Парижа въ Іерусалимъ*—описаніе его путешествія въ Палестину, и, наконецъ, произведеніе, опубликованное послѣ его смерти,—*Записки изъ могилы*.

Шатобріанъ имѣлъ глубокое вліяніе, какъ творецъ романтическаго героя, пессимиста, меланхолика, всегда и всюду скучающаго, питающаго отвращеніе къ жизни, мечтающаго о туманныхъ мірахъ. Это вліяніе Шатобріанъ раздѣлилъ съ Байрономъ. Его произведенія отличались рѣдкимъ искусствомъ рисовать природу, гармоничностью и выразительностью языка.

Но Шатобріанъ также, какъ и г-жа де-Сталь, были только предтечами романтизма, который всецѣло овладѣлъ литературой около 1830 г.

Самыми замѣчательными лирическими поэтами того времени были:

Альфонсъ де-Ламартинъ (1790—1869) родился въ Маконѣ, въ семьѣ

офицера, получилъ образованіе у іезуитовъ. Вернувшись въ Парижъ (1814) послѣ путешествія по Италіи, онъ служилъ въ арміи Людовика XVIII. Покинувъ эту службу, онъ окончательно поселился въ Парижѣ и черезъ нѣкоторое время опубликовалъ свои *Поэтическія размышленія*—сборникъ мелодичныхъ стихотвореній, полныхъ грусти. Людовикъ XVIII, очарованный его стихотвореніями, назначилъ его секретаремъ посольства во Флоренціи. Въ 1821 году Ламартинъ опубликовалъ *Новыя размышленія*, которыя имѣли тотъ же успѣхъ. Въ 1829 году онъ былъ назначенъ полномочнымъ министромъ въ Грецію, но революція 1830 года заставила его выйти въ отставку. Въ 1832 году онъ совершилъ, вмѣстѣ со своей женой и дочерью, путешествіе на Востокъ, которое онъ впослѣдствіи описалъ. Около этого времени онъ вступилъ на политическую арену и даже въ 1848 году былъ главой временнаго правительства. Широкій образъ жизни раззорилъ его, и на склонѣ лѣтъ онъ принужденъ былъ писать, чтобы зарабатывать себѣ на жизнь. Онъ умеръ въ возрастѣ шестидесяти девяти лѣтъ.

Произведенія Ламартина отличаются глубокой искренностью, дыханіемъ истины, которымъ обвѣяна каждая страница. Его произведенія отражаютъ душу поэта, смятенную, полную туманныхъ, но благородныхъ чувствъ. Богъ, человѣчество, природа—его стихотворенія охватываютъ все.

Альфредъ де-Виньи (1799 — 1863) родился въ Лошѣ, въ военной семьѣ и съ дѣтства обнаруживалъ воинственныя наклонности. Въ 1814 г. онъ сталъ королевскимъ мушкетеромъ. Онъ началъ писать въ 1815 году. Въ 1822 году онъ напечаталъ поэмы *Наводненіе* и *Моисей*. Въ 1828 году онъ вышелъ въ отставку и былъ принятъ въ Академію. Его послѣднія стихотворенія, озаглавленныя *Судьбы*, были напечатаны послѣ его смерти. Онъ умеръ въ возрастѣ шестидесяти четырехъ лѣтъ.

Его немногочисленныя произведенія отличаются спокойнымъ самоотреченіемъ, пессимизмомъ безъ бунта и надежды.

Пьеръ Беранжэ (1780—1857) родился въ Парижѣ, его дѣтство прошло въ ученьѣ у ремесленника; въ 1815 году онъ напечаталъ свой первый томъ сатирическихъ пѣсенъ, затрагивавшихъ правительство; онѣ были хорошо встрѣчены публикой, но вызвали недовольство правительства. Второй его томъ стоилъ ему трехъ мѣсяцевъ тюрьмы и 500 франковъ штрафа; въ 1822 г. за новый сборникъ пѣсенъ онъ былъ приговоренъ къ девяти мѣсяцамъ тюрьмы и 10,000 франковъ штрафа, что еще больше увеличило его популярность. Это была вершина его славы. Но онъ отказался отъ политическихъ почестей, которыя ему были предложены, и удалился съ литературнаго поприща, чтобы ничто не смущало его ясной старости. Онъ умеръ въ возрастѣ семидесяти семи лѣтъ.

Его пѣсни были очень разнообразны: попеременно веселыя, сентиментальныя, патріотическія и сатирическія, но всегда воплощенныя въ звучные и доступные массамъ стихи. Здѣсь секретъ его необыкновенной популярности.

Альфредъ де-Мюссэ (1810 — 1857) былъ сыномъ литератора, учился въ аристократическомъ колледжѣ, послѣ окончанія его онъ попеременно изучалъ право, медицину и живопись. Въ 1830 г. онъ написалъ стихотворенія, озаглавленныя *Сказки объ Испаніи и Италіи*. Въ 1832 г. онъ далъ *Зрѣлище въ креслѣ*, въ 1833 г.—*Ролла*. Въ томъ же году онъ встрѣтился съ Жоржъ Зандъ и совершилъ съ ней путешествіе по Италіи. Разрывъ съ ней внушилъ ему *Исповѣдь дитяти вѣка*—романъ (1836). Съ 1835—1838 гг. онъ написалъ *Письма Ламартину*, *Ночи* и, наконецъ, въ 1841 г.—*Воспоминаніе*. Онъ умеръ въ возрастѣ сорока семи лѣтъ.

Его произведенія представляютъ смѣсь грусти и смѣха, восхитительнаго юмора и юношескаго пыла; что касается до формы, то она иногда небрежна и причудлива, но всегда граціозна и оригинальна.

Теофилъ Готье (1811 — 1872) родился въ Тарбѣ. Послѣ окончанія курса наукъ онъ провелъ два года въ мастерской знаменитаго художника. Его первыя *Стихотворенія* появились въ *1830 г.*; романъ *Молодая Франція* и *M-elle де-Мопинъ* послѣдовали за ними. Онъ долго сотрудничалъ въ Фигаро и Прессѣ, гдѣ писалъ статьи по художественной и литературной критикѣ. Между другими

его произведеніями извѣстны: *Комедія смерти, Путешествіе по Испаніи, Эмаль и Камеи* и *Капитанъ Фракассъ.*

Готье отличался отъ другихъ лириковъ и романтиковъ объективностью своихъ произведеній, гдѣ изображенъ внутренній міръ, а не личныя чувства.

Викторъ Гюго тоже принадлежитъ къ числу лирическихъ поэтовъ, но о немъ скажемъ ниже.

Между многочисленными романистами того времени нужно назвать:

Виктора Гюго (1802—1885), который былъ сыномъ генерала Имперіи, родился въ Безансонѣ, сопровождалъ своего отца въ Испанію и учился нѣкоторое время въ колледжѣ для благородныхъ въ Мадридѣ. Въ 17 лѣтъ онъ получилъ два приза за свои стихотворенія на конкурсѣ Цвѣтущихъ Игръ въ Тулузѣ. Въ 1821 г. умерла его мать, которую онъ нѣжно любилъ. Въ 1826 г. онъ опубликовалъ свои *Оды и баллады*, которыя ему принесли пенсію въ 1000 франковъ, дарованную ему Людовикомъ XVIII. Перъ Франціи во время Людовика-Филиппа, депутатъ отъ Парижа въ 1848 г., онъ былъ сначала легитимистомъ, потомъ либераломъ, около 1850 г. онъ сдѣлался республиканцемъ и демократомъ. Онъ умеръ въ возрастѣ восьмидесяти трехъ лѣтъ. Его погребеніе было настоящимъ апоѳеозомъ. Между его *поэтическими произведеніями* нужно назвать: *Осенніе листья*, *Пѣсни сумерокъ*, *Внутренніе голоса*, между его *драмами*—*Эрнани* и *Рюи Блазъ*, а между *романами*—*Соборъ Парижской Богоматери*, *Несчастные*. Это—грандіозныя произведенія могучаго воображенія, переполненныя образами и смутными, но великодушными идеями.

Вліяніе В. Гюго было громадно. Онъ былъ болѣе четверти вѣка учителемъ и признаннымъ главой романтической школы. Можно ему поставить въ упрекъ нѣкоторое злоупотребленіе антитезой, нѣкоторый недостатокъ психологическаго чутья, но нельзя отрицать силы его воображенія и чудеснаго богатства его языка.

Жоржъ Зандъ (Аврора Дюпэнъ, 1804 — 1877), правнучка фельдъмаршала Саксоніи, родилась въ Парижѣ, была воспитана своей бабушкой въ ея замкѣ Ноганъ въ Бери; она получила образованіе въ монастырѣ англійскихъ августинокъ, откуда въ 16 лѣтъ вернулась въ Ноганъ уже съ отвращеніемъ къ жизни. Въ двадцать одинъ годъ она вышла за Казиміра Дюдеванъ, но послѣ 6-ти лѣтняго тягостнаго существованія разсталась со своимъ мужемъ и поселилась со своей дочерью въ Парижѣ.

Въ это время она начала писать. Ея первый романъ (не считая того, который она написала въ сотрудничествѣ съ Жюлемъ Сандо), напечатанный въ 1832 г., подписанный Жоржъ Зандъ, былъ *Индіана*, страстный протестъ противъ института брака; въ томъ же году появилась *Валентина*, въ слѣдующемъ—*Лелія*. Путешествіе по Италіи съ Альфредомъ де-Мюссэ и разрывъ съ нимъ внушили ей *Письма путешественника* и *Жакъ*—апологію самоубійства. Потомъ послѣдовательно появились *Андрэ*, *Леонъ Леони*, *Лавинія* и много другихъ. Эти романы появились въ первый періодъ ея литературной дѣятельности. Второй періодъ наступилъ около 1838 г., когда она прониклась соціалистическими идеями; она написала тогда *Грѣхъ Антуана*, *Товарищъ по путешествію вокругъ Франціи*. Въ 1839 году она поселилась въ Ноганѣ, гдѣ написала *Чортово болото*, *Маленькая Фадетта*. Свои послѣдніе годы она посвятила дѣтямъ и написала сказки для своихъ внуковъ и идилліи—*Жанъ де-Ларошъ*, *Маркизъ де-Виллемеръ*. Она мирно скончалась въ возрастѣ семидесяти трехъ лѣтъ.

Жоржъ Зандъ занимаетъ центральное мѣсто въ исторіи французской литературы; ея произведенія воплощали лирическій и идеалистическій романтизмъ, ее можно даже назвать главой идеалистической школы. Одаренная смѣлымъ воображеніемъ, рѣдкимъ даромъ наблюдательности, пылкая почитательница гуманитарныхъ и соціальныхъ идей, которыя такъ хорошо гармонировали съ ея природной добротой, она пыталась изобразить въ своихъ романахъ грядущую жизнь, мечту о всеобщемъ счастьѣ, основанномъ на равенствѣ и братствѣ, романтическую картину человѣческаго совершенства.

Онорэ де-Бальзакъ (1799—1850) родился въ Турѣ, былъ сначала клер-

комъ у нотаріуса, потомъ типографщикомъ, затѣмъ ударился въ спекуляціи, которыя привели только къ тому, что онъ надѣлалъ долговъ. Разорившись, онъ принялся писать и писалъ въ теченіе двадцати лѣтъ безъ отдыха. Изъ его произведеній наибольшій интересъ представляетъ *Людская комедія*, заключающая (состоящая изъ) около 100 томовъ.

Произведенія Бальзака даютъ вѣрную картину буржуазнаго общества его времени; эта точность въ обрисовкѣ настолько удаляетъ его отъ романтизма, что его даже провозгласили отцомъ современнаго реализма.

Александръ Дюма (1803 — 1870) — сынъ революціоннаго генерала, внукъ негритянки, получилъ ограниченное (недостаточное) образованіе. Въ 23 года онъ опубликовалъ томикъ своихъ *Новеллъ*. Послѣ этого каждый годъ появлялись его безчисленныя работы (произведенія), между которыми слѣдуетъ упомянуть слѣдующія: *Генрихъ III*, *Антоній*, *Башня Несля*, *Графъ Монте-Кристо*, *Три мушкетера*, *Черезъ двадцать лѣтъ*. Онъ написалъ 257 томовъ.

Неттманъ слѣдующимъ образомъ характеризуетъ его талантъ: «Г. Дюма— замѣчательный разсказчикъ, онъ умѣетъ заинтересовать читателя благодаря наличности блестящаго воображенія, которое съ счастливымъ даромъ драматической изобрѣтательности соединяетъ вдохновеніе, дѣйствіе...»

Нужно упомянуть еще о нѣсколькихъ историкахъ и ораторахъ этого времени, которые имѣли большое вліяніе на своихъ современниковъ:

Франсуа Гизо (1787—1874), профессоръ новой (современной) исторіи въ Сорбоннѣ, былъ послѣдовательно министромъ внутреннихъ дѣлъ, народнаго просвѣщенія, иностранныхъ дѣлъ, написалъ: *Исторію англійской революціи*, *Исторію представительнаго правленія*, *Опытъ исторіи Франціи*, *Исторію цивилизаціи Европы*, *Исторію цивилизаціи Франціи*.

Его произведенія обнаруживаютъ (его) глубокую эрудицію, рѣдкій литературный талантъ, которые онъ использовалъ для выраженія воззрѣній и чаяній торжествующей буржуазіи.

Адольфъ Тьеръ (1797—1877)—адвокатъ, былъ депутатомъ, министромъ внутреннихъ дѣлъ, президентомъ Совѣта; крупный парламентскій ораторъ; написалъ *Исторію французской революціи*, *Исторію консулата и Имперіи*.

Онъ обнаружилъ замѣчательную ясность мысли и большую гибкость (тонкость) рѣчи.

Жюль Мишлэ (1798—1874), сынъ типографщика, въ молодости былъ репетиторомъ въ пансіонѣ, въ 1833 г.—профессоромъ новой исторіи въ Сорбоннѣ. Онъ написалъ *Исторію Франціи*, *Начала философіи исторіи*, *Римскую исторію*.

Мишлэ соединяетъ широкую эрудицію съ даромъ богатаго воображенія и нѣжной симпатіей къ вѣчному труженику—Народу.

Во второй половинѣ XIX вѣка во французской литературѣ произошла перемѣна, соотвѣтствовавшая тогдашнему настроенію умовъ. Въ соціальной борьбѣ буржуазія одержала побѣду, и это она диктовала теперь свои законы во всѣхъ областяхъ національной жизни. Она внесла всюду свою склонность къ порядку, умѣренности, положительности, упорядоченному существованію. Понятно, что она не имѣла ничего общаго съ романтическимъ идеаломъ, который удаляетъ человѣка отъ земли; и литература, которая всегда отражаетъ господствующія теченія, мало-по-малу измѣнилась: она спустилась съ неба на землю, стала рисовать жизнь такъ, какъ она есть. Тогда родился натурализмъ.

Поэзію этого времени представляютъ:

Леконтъ де-Лиль (1820—1894) написалъ: *Поэмы варваровъ*, *Трагическія поэмы*, *Послѣднія поэмы*. Послѣ Виктора Гюго онъ былъ неоспоримымъ главой (учителемъ) французской поэзіи; большой эрудитъ, онъ интересовался преимущественн) религіями, легенды которыхъ онъ воплотилъ въ своихъ прекрасныхъ стихахъ.

Сюлли Прюдомъ (1839) написалъ: *Стансы и поэмы*, *Одиночество*, *Тщетныя ласки*, *Счастье*.

Въ его поэмахъ находишь: «поэзію тонкую, неопредѣленную, но не туман-

ную, точную, но не абстрактную, захватывающую одновременно воображеніе и разсудокъ» (Лансонъ).

Шарль Бодлэръ (1821—1867), переводчикъ Эдгара Поэ, написалъ *Майскіе цвѣты, Посмертныя произведенія.*

Его произведенія проникнуты мрачнымъ пессимизмомъ и стремленіемъ къ смерти.

Романъ этого времени представляютъ:

Густавъ Флоберъ (1821—1880) написалъ: *Мадамъ Бовари, Воспитаніе чувства, Искушеніе Св. Антуана.*

Произведенія даютъ вѣрную картину жизни, зеркало, въ которомъ отражается человѣкъ со всѣми его страданіями и ошибками.

Альфонсъ Додэ (1840—1897) написалъ романы: *Маленькая вещь, Понедѣльничныя сказки, Приключенія Тартарэна изъ Тараскона, Жакъ, Фромонъ младшій и Ризлеръ старшій* и др., въ которыхъ онъ обнаружилъ психологическую интуицію и большую тонкость чувства.

Эмиль Зола (1840—1902) написалъ: *Сказки для Нинонъ, Ругонъ-Макары* (естественная и соціальная исторія одного семейства во время 2-ой Имперіи), *Парижъ, Римъ, Лувръ.*

Онъ былъ главою натуралистической школы. Одаренный могучимъ воображеніемъ и большимъ описательнымъ талантомъ, онъ даетъ иногда картины эпически-величественныя.

Гюи де-Мопассанъ (1850—1893) написалъ: *Жизнь, Прекрасный другъ, Сильна, какъ смерть, Наше сердце.*

Его произведенія — фотографіи жизни, освѣщенныя то скорбной, то жесткой ироніей.

Александръ Дюма — сынъ (1824—1895) написалъ нѣсколько романовъ, но былъ извѣстенъ, главнымъ образомъ, благодаря своимъ театральнымъ пьесамъ: *Дамѣ съ камеліями, Расточительному (блудному) отцу, Полусвѣту, Незаконному сыну, Франсильону* и т. д., которыя замѣчательны тонкостью наблюдательности и интересны вопросами семьи и общества, которые онѣ поднимаютъ.

Анатоль Франсъ (1844) написалъ: *Преступленіе Сильвестра Боннара, Книга моего друга, Красная лилія.*

У Франса разсудокъ преобладаетъ надъ воображеніемъ, онъ гораздо больше ученый и библіофилъ, чѣмъ поэтъ.

Пьеръ Лоти (1850) написалъ: *Исландскіе рыбаки, Мой братъ, Ивесъ, Пустыня и Іерусалимъ.*

Лучшія его произведенія тѣ, въ которыхъ онъ описывалъ далекія страны, посѣщенныя имъ во время своихъ путешествій. Его стиль (языкъ) богатъ и разнообразенъ.

Среди многочисленныхъ историковъ и философовъ XIX вѣка, изъ которыхъ большинство заслуживаетъ быть упомянутыми, невозможно не выдѣлить того, чьи произведенія вызвали столько разногласій и споровъ,—Эрнеста Ренана.

Эрнестъ Ренанъ (1823—1892) написалъ: *Жизнь Іисуса, Очерки религіозной исторіи, Рѣчи и бесѣды (лекціи), Исторію Израильскаго народа.*

Ренанъ—раціоналистъ и позитивистъ; принимая за отправную точку детерминистическую концепцію, онъ устанавливаетъ относительность и человѣческое происхожденіе религіи. «Ренанъ имѣетъ... очаровательную гибкость ума, ослѣпительное богатство идей». Онъ «...проникновенный аналитикъ, глубокій мыслитель» (Лансонъ).

Заключеніе.

Въ исторіи французской литературы XIX вѣка находимъ два господствующихъ теченія: въ первой половинѣ вѣка господствуетъ *романтизмъ*, во второй—*натурализмъ.*

Романтизмъ проявился въ *романѣ*: въ созданіи историческаго романа, сюжетъ котораго чаще всего былъ внушенъ живописными легендами средневѣковья, въ расцвѣтѣ субъективнаго и лирическаго романа;

въ *драмѣ:* въ уничтоженіи трехъ единствъ, въ смѣшеніи (драматическихъ) родовъ, въ устраненіи трагедіи;

въ *поэзіи:* въ пересозданіи риѳмы, ставшей богатой и звучной, въ богатствѣ образовъ;

въ *исторіи:* въ стремленіи объять душу прошлаго, возстановить его сущность и (мѣстный) колоритъ.

Романтизмъ былъ смѣненъ натурализмомъ, который видоизмѣнилъ всѣ литературные роды:

романъ утрачиваетъ свою субъективность, подъ вліяніемъ естественныхъ наукъ даетъ мѣсто научнымъ теоріямъ, замѣняетъ внутреннее наблюденіе (самонаблюденіе) внѣшнимъ;

поэзія, въ силу общаго настроенія эпохи, чувствуетъ себя тоже въ плѣну у научнаго духа и подчиняетъ чувство мысли;

въ *драматическомъ искусствѣ* мы видимъ перевѣсъ комедіи надъ драмой.

Вторая половина XIX вѣка, разсматриваемая съ точки зрѣнія ея основныхъ направленій, указываетъ на побѣду позитивной науки надъ религіей, на господство матеріализма, понимая подъ этимъ не только установленіе доктрины но и настроеніе умовъ.

Новѣйшій періодъ исторіи русской литературы.

(Продолженіе).

Аѳанасій Аѳанасьевичъ Фетъ-Шеншинъ.

Біографія.

А. А. Фетъ-Шеншинъ родился въ 1820 г. Родиной его было имѣніе отца А. Н. Шеншина въ Орловской губ. Тамъ будущій поэтъ прожилъ до 14 лѣтъ. Мать Фета была нѣмкой, на которой Шеншинъ женился во время пребыванія своего за границей; она-то и дала фамилію поэту. А. А. Фетъ сначала учился дома, затѣмъ въ частныхъ пансіонахъ, послѣ этого поступилъ въ московскій университетъ. Въ 1840 г. появился въ печати первый сборникъ стихотвореній Фета, подъ названіемъ «Лирическій Пантеонъ», который былъ мало замѣченъ публикой и критикой (первымъ цѣнителемъ поэтическаго творчества Фета является Апол. Григорьевъ, другъ поэта). По окончаніи университета, съ 1845 до 1858 года Фетъ пробылъ на службѣ въ Кавалерійскомъ уланскомъ полку. Выйдя въ отставку, въ чинѣ штабъ-ротмистра, поэтъ пріобрѣлъ небольшое имѣніе въ родномъ уѣздѣ и посвятилъ себя занятію сельскимъ хозяйствомъ. Нужно отмѣтить, что для Фета, какъ человѣка (не поэта), были характерны чрезвычайная практичность и умѣнье устраиваться, извлекать изъ всего матеріальную пользу. Эта черта тѣмъ болѣе поражала, что она совершенно не гармонировала съ характеромъ его поэтическаго творчества—глубокаго, чистаго, далекаго отъ жизни, черпавшаго свои мотивы исключительно въ духовной жизни.

Въ 1863 году Фетъ издалъ въ двухъ томахъ собраніе своихъ стихотвореній. Въ промежутокъ времени между 60-ми и 80-ми годами Фетъ написалъ очень мало, такъ какъ увлекся практическими дѣлами, пріобрѣлъ еще одно, уже крупное имѣніе и погрузился въ хозяйство. Въ 80-хъ годахъ литературная дѣятельность Фета усиливается. Онъ переводитъ латинскихъ поэтовъ (Катулла, Тибулла, Ювенала, Овидія и др.), Фауста Гёте и философское сочиненіе Шопенгауэра. Въ то же время выходятъ отдѣльные выпуски стихотвореній Фета, подъ общими названіями.

Черезъ три года послѣ отпраздкованія своего 50-лѣтняго юбилея поэтъ скончался.

Литературная дѣятельность.

А. А. Фетъ въ ряду другихъ русскихъ поэтовъ новаго времени является типичнымъ представителемъ школы „искусства для искусства“. Онъ самъ говоритъ: „я никогда не могъ понять, чтобы искусство интересовалось чѣмъ-либо помимо красоты“. „Буйная“, „развратная толпа“, „народный гулъ“—все это вызываетъ лишь презрѣніе у жреца „чистаго, свободнаго искусства“. Въ его глазахъ

поэтъ, служащій интересамъ толпы,—не кто иной, какъ „продажный рабъ“. Фетъ говоритъ, обращаясь къ своей музѣ:

«Заботливо храня твою свободу,
Непосвященныхъ я къ тебѣ не звалъ!
И рабскому ихъ буйству я въ угоду
Твоихъ рѣчей не оскверняль».

Въ стихотвореніи „Ключъ“ проводится та же мысль: „суетная толпа“ не подозрѣваетъ о существованіи въ глубинѣ лѣса сладко журчащаго ключа, только поэту дано это знаніе, и „въ часъ вечерній онъ ходитъ къ завѣтному ключу“. Фетъ считаетъ, что его творчество—для избранныхъ.

Онъ черпаетъ свое вдохновеніе въ *красотѣ* и *радости* жизни. Эту красоту онъ находитъ всюду, отбрасывая все мрачное, трагическое. Ему чужда тяжелая сторона жизни, только мягкая, нѣжная грусть находитъ себѣ отраженіе въ его произведеніяхъ; тоскѣ и отчаянію нѣтъ мѣста въ поэзіи Фета. По мнѣнію Фета, Муза и не должна служить поэту для проклятій, стенаній и рыданій. Ея назначеніе вызывать плѣнительные сны, звать „къ высокому наслажденію и человѣческому счастью“. Поэтъ съ такими словами обращается къ Музѣ (въ стих. „Муза“):

«Пой, добрая! Въ тиши признаю голосъ твой
И стану, трепетный, колѣнопреклоненный,
Запоминать стихи, пропѣтые тобой!
Какъ сладко, позабывъ житейское волненье,
Отъ чистыхъ помысловъ пылать и потухать!..»

Фетъ находитъ красоту въ самой сѣрой и скучной дѣйствительности, въ будничной жизни. Въ этомъ отношеніи характерно стихотвореніе „Деревня“:

«Люблю я пріютъ вашъ печальный,
И вечеръ деревни глухой,
И за лѣсомъ благовѣстъ дальній,
И кровлю, и крестъ золотой;
Люблю я немятаго луга
Къ окну подползающій паръ
И тихаго тѣснаго круга
Неразъ долитой самоваръ;
На столикѣ, близко къ окошку,
Корзину съ узорнымъ чулкомъ
И по полу рѣзвую кошку
Въ прыжкахъ за проворнымъ клубкомъ...»

Замѣчательной особенностью поэзіи Фета является то, что въ ней находятъ отраженія не только опредѣленныя душевныя состоянія, но и самыя смутныя, мимолетныя настроенія, быстро смѣняющіяся одно за другимъ. За это Фетъ былъ прозванъ критикой „поэтомъ мгновенья“. Самъ Фетъ сознавалъ эту особенность и видѣлъ въ ней важное преимущество поэзіи передъ наукой. Онъ говоритъ:

«Лишь у тебя, поэтъ, крылатый слова звукъ
Хватаетъ налету и закрѣпляетъ вдругъ
И темный бредъ души, и травъ неясный запахъ!»

„Поэтъ мгновенья“ въ стихотвореніи „Бабочка“ особенно ярко подчеркиваетъ своеобразный духъ поэзіи мгновенья. Олицетвореніе такой поэзіи Фетъ видитъ въ бабочкѣ:

«Ты правъ, однимъ воздушнымъ очертаньемъ
Я такъ мила,
Весь бархатъ мой съ его живымъ миганьемъ—
Лишь два крыла.
Не спрашивай, откуда появилась,
Куда спѣшу:
Здѣсь на цвѣтокъ я легкій опустилась
И вотъ—дышу!
Надолго ли безъ цѣли, безъ усилья
Дышать хочу?—
Вотъ, вотъ сейчасъ, сверкнувъ, раскину крылья
И улечу!»

Велика чуткость поэта мгновенья: на все, даже самое неясное, что волнуетъ душу, откликается его вдохновенье. Оно свободно и прихотливо въ своей сферѣ, сферѣ „восторженныхъ порывовъ духа и сосредоточенныхъ созерцаній",—борьба и героическіе порывы чужды Фету. Его поэзія содержитъ въ себѣ исключительно отзвуки душевныхъ, порою мистическихъ переживаній; она далека отъ внѣшняго міра самаго по себѣ, не отраженнаго въ чуткой и тонкой душѣ художника. О созерцательномъ характерѣ творчества Фета говорится въ его стихотвореніи „Ласточки":

«Природы праздный соглядатай,
Люблю, забывши все кругомъ,
Слѣдить за ласточкой стрѣльчатой
Надъ вечерѣющимъ прудомъ.
Вотъ понеслась и зачертила—
И страшно, чтобы гладь стекла
Стихіей чуждой не схватила
Молніевиднаго крыла,—
И снова то же дерзновенье
И та же темная струя...
— Не таково ли вдохновенье
И человѣческаго я.

Не такъ ли я, сосудъ скудельный,
Дерзаю, на запретный путь
Стихіи чуждой, запредѣльной
Стремясь, хоть каплю зачерпнуть».

Въ поэзіи Фета, запечатлѣвавшаго въ стихахъ самыя смутныя, мимолетныя переживанія, перескакивавшаго съ предмета на предметъ, трудно найти логическую послѣдовательность; его стихотворенія почти не поддаются пересказу, такъ какъ въ нихъ выражается „невыразимое", говорится „несказанное". При видѣ пыли, поднятой скачущимъ всадникомъ, поэтъ вспоминаетъ объ отсутствующемъ другѣ, сѣрый пепелъ камина вызываетъ въ его душѣ образы прошлаго:

«Встаетъ ласкательно и дружно
Былое счастье и печаль,—
И лжетъ душа, что ей ненужно
Того, что такъ безумно жаль!»

Но, несмотря на внѣшнюю логическую непослѣдовательность, произведенія Фета отличаются внутренней цѣльностью, единствомъ. Эта непослѣдовательность непонятна только уму, но не чувству, которое отзывается на самые смутные намеки. Настроенія передаются Фетомъ настолько выразительно, что кажутся близкими, переживаемыми. Эта выразительность достигается Фетомъ, главнымъ образомъ, благодаря музыкальности, мелодичности; ею проникнуто большинство его произведеній. То, чего не можетъ выразить слово, становится понятнымъ по настроенію, благодаря созданію музыкальныхъ образовъ. Въ этомъ кроется причина того, что многія стихотворенія

Фета лучшіе русскіе композиторы (Чайковскій, Римскій-Корсаковъ, Аренскій) переложили на музыку.

Стихотворенія Фета почти исключительно посвящены *любви* и *природѣ*. Только въ концѣ своей жизни Фетъ затрагиваетъ философскія темы. Воспѣвая любовь, поэтъ остается неизмѣнно искреннимъ и жизненно правдивымъ. Свѣтлая жизнерадостность проникаетъ любовную лирику Фета. Вмѣстѣ съ тѣмъ, онъ съ поразительнымъ мастерствомъ, порою при помощи самыхъ смутныхъ намековъ, даетъ яркое представленіе о тонкихъ и сложныхъ переживаніяхъ чувства любви.

Въ нѣкоторыхъ стихотвореніяхъ настроенія, навѣянныя любовью и природой, сливаются воедино. Въ этомъ отношеніи характерна такъ называемая „безглагольная пьеса", которая, несмотря на отрывочность отдѣльныхъ словъ, является образцомъ глубокаго единства, проникновенности настроенія:

«Шопотъ. Робкое дыханье.
Трели соловья.
Серебро и колыханье
Соннаго ручья.
Свѣтъ ночной. Ночныя тѣни,—
Тѣни безъ конца.
Рядъ волшебныхъ измѣненій
Милаго лица.
Въ дымныхъ тучкахъ пурпуръ розы,
Отблескъ янтаря,
И лобзанія, и слезы,—
И заря, заря!»

Природа не меньше, чѣмъ любовь, вдохновляетъ поэта. Онъ подходитъ къ ней, какъ художникъ, мастерски улавливаетъ поэзію и красоту во всѣхъ явленіяхъ вселенной. Но больше всего привлекаетъ Фета „безпорывная" природа (выраженіе Гоголя). Онъ любитъ простую, спокойную и грустную природу русскаго сѣвера. Много прекрасныхъ стихотвореній Фета посвящено русской зимѣ съ ея снѣгами и печальными березами, сѣверной веснѣ съ широкимъ разливомъ водъ, съ томной грустью, разлитой повсюду. Лѣтніе вечера и ночи въ стихотвореніяхъ Фета такъ ярко, такъ жизненно изображены, что кажутся дѣйствительностью. При этомъ онъ достигаетъ такой яркости впечатлѣнія иногда при помощи нѣсколькихъ штриховъ, не прибѣгая ни къ красивымъ словамъ, ни къ художественнымъ эпитетамъ, сохраняя вездѣ простоту, присущую природѣ. Напр., при изображеніи лѣтней ночи, онъ говоритъ:

«Въ загородкѣ улеглися
И жуютъ волы,
Звѣзды чистыя зажглися
По навѣсу мглы».

Въ другомъ стихотвореніи онъ такъ описываетъ лѣтнюю ночь:

«Растутъ, растутъ причудливыя тѣни,
Въ одну сливаясь тѣнь...
Ужъ позлатилъ послѣднія ступени
Перебѣжавшій день.
Что звало жить, что силы горячило,—
Далеко за горой.
Какъ призракъ дня, ты, блѣдное свѣтило,
Восходишь надъ землей.
И на тебя, какъ на воспоминанье,
Я обращаю взоръ...
Смолкаетъ лѣсъ, блѣднѣй ручья сіянье,
Потухли выси горъ;
Лишь ты одно скользишь стязей лазурной:
Недвижно все окрестъ...
Да сыплетъ ночь своей бездонной урной
Къ намъ миріады звѣздъ!»

Въ этомъ стихотворенiи поэтъ не только изображаетъ природу, онъ проникается ея высокимъ торжественнымъ настроенiемъ.

Способность Фета сливаться съ природой, жить съ ней одной жизнью, слышать ея языкъ, особенно ярко выражена въ слѣдующихъ словахъ: „Я долго стоялъ неподвижно,—въ далекiя звѣзды глядясь,—межъ тѣми звѣздами и мною какая-то связь родилась“. Въ стихотворенiи „Среди звѣздъ“, проникнутомъ возвышеннымъ настроенiемъ, поэтъ говоритъ о томъ утѣшенiи, какое можетъ дать звѣздный мiръ:

Вотъ почему, когда дышать такъ трудно,
Тебѣ отрадно такъ поднять чело
Съ лица земли, гдѣ все темно и скудно,
Къ намъ, въ нашу глубь, гдѣ пышно и свѣтло.

Такъ постепенно, начиная съ художественнаго, проникнутаго любовью изображенiя природы, поэтъ доходитъ до возвышеннаго пониманiя внутренняго единства въ жизни вселенной и чувствуетъ во всемъ ея разнообразiи воплощенiе Божества.

Это пантеистическое отношенiе къ мiру отразилось особенно ярко въ философскихъ стихотворенiяхъ Фета, написанныхъ имъ въ послѣднiе годы жизни („Измученъ жизнью, коварствомъ надежды“, „Не тѣмъ Господь могучъ, непостижимъ“, „О, какъ волнуюся я мыслiю больною!..“). Они не только глубоки по содержанiю, но и совершенны по формѣ.

Въ послѣднихъ произведенiяхъ Фета выражены его взгляды на мораль, на красоту, поэзiю и искусство. „Добро“ и „зло“ Фетъ различаетъ лишь постолько, посколько въ нихъ сказывается красота; онъ отказывается отъ иного разрѣшенiя вопросовъ нравственнаго порядка. Красота, съ его точки зрѣнiя, является высшимъ началомъ, она же служитъ „оправданiемъ“ того страданiя, которое разлито въ мiрѣ. Само же страданiе для Фета лишь помѣха радости жизни, оно не вызываетъ сочувствiя у поэта, а только тревогу и чувство безпомощности.

Красота служитъ оправданiемъ страданiй мiра, а искусство призвано закрѣплять, увѣковѣчивать красоту, которая не должна „проходить напрасно“. Видя красоту во всѣхъ быстротекущихъ мгновеньяхъ жизни, поэтъ даетъ этимъ мгновеньямъ „новое, нетлѣнное бытiе“: „Этотъ листокъ, что изсохъ и свалился, золотомъ вѣчнымъ горитъ въ пѣснопѣньи...“ Увѣковѣчивая красоту, поэтъ-художникъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, даетъ вѣчную жизнь и своимъ переживаньямъ, связаннымъ съ явленiями красоты. Благодаря поэзiи, становится, такимъ образомъ, возможной „встрѣча“ думъ, невѣдомаго читателя и поэта, разрушаются, слѣдовательно, препятствiя, создаваемыя временемъ и пространствомъ.

Будучи проникнутъ пантеистическимъ отношенiемъ къ мiру, вѣря въ нетлѣнность красоты и ея переживанiй, Фетъ безъ страха смотритъ за предѣлы земной жизни, онъ не боится призрака смерти. Въ стихотворенiи „Смерть“ онъ говоритъ: „...съ лона тихаго земного идеала на лоно вѣчности съ улыбкой перейду. О, если бъ небо сулило мнѣ безъ тяжкихъ томленiй... оглянувшись на жизнь, умереть!“

Аполлонъ Николаевичъ Майковъ.

Біографія.

А. Н. Майковъ родился въ 1821 году. Отецъ Майкова былъ довольно извѣстный въ то время художникъ. Одинъ братъ его сдѣлался впослѣдствіи блестящимъ критикомъ, другой—историкомъ литературы. Въ домѣ отца А. Н. Майкова собирался кружокъ образованнѣйшихъ и талантливыхъ людей того времени. Писатель Гончаровъ былъ даже преподавателемъ въ домѣ Майкова. Такимъ образомъ, для развитія художественнаго вкуса и литературныхъ интересовъ А. Н. Майкова была налицо самая благопріятная обстановка. Вначалѣ у А. Н. Майкова обнаружились недюжинныя способности къ рисованію, но онъ принужденъ былъ отказаться отъ живописи, вслѣдствіе сильной близорукости, и посвятилъ себя поэзіи. Майковъ получилъ образованіе на словесномъ отдѣленіи С.-Петербургскаго университета. Онъ очень рано началъ писать стихи, при чемъ получилъ одобреніе профессора Плетнева. Первое стихотвореніе Майкова, появившееся въ печати, «Сонъ», вызвало сочувственный отзывъ со стороны Бѣлинскаго (1840 г.). Черезъ два года Майковъ выпустилъ въ свѣтъ первый сборникъ своихъ стиховъ и вскорѣ отправился за границу. «Неаполитанскій альбомъ» ярко отразилъ на себѣ то сильное впечатлѣніе, которое произвела на поэта Италія. Поѣздка въ Италію углубила интересъ къ античному міру, который занималъ воображеніе поэта съ юныхъ лѣтъ. Въ Парижѣ Майковъ слушалъ лекціи лучшихъ французскихъ профессоровъ.

По возвращеніи на родину, Майковъ сначала сдѣлался библіотекаремъ Румянцевскаго музея, а впослѣдствіи поступилъ на службу въ Комитетъ иностранной цензуры, въ которомъ послѣ смерти Тютчева занялъ мѣсто предсѣдателя. Міросозерцаніе поэта совпадало съ воззрѣніями славянофиловъ,—онъ стоялъ за православіе и государственность. Только въ концѣ литературной дѣятельности произведенія Майкова начали отражать его политическіе взгляды.

Аполлонъ Николаевичъ Майковъ умеръ въ 1897 году.

Литературная дѣятельность.

А. Н. Майковъ, какъ и Фетъ, принадлежалъ къ числу поэтовъ „чистаго искусства", унаслѣдовавшихъ свой взглядъ на поэзію отъ Пушкина. Въ стихотвореніи „Муза, богиня Олимпа, вручила двѣ звучныя флейты" поэтъ говоритъ, что поэзія—это божественный даръ Музы, что самъ пѣвецъ небесный, божественный Фебъ—примѣръ для пѣвцовъ земныхъ. По словамъ поэта (стих. „Искусство"), его научилъ пѣть какой-то божественный старецъ, который изъ срѣзаннаго тростника сдѣлалъ флейту, дивно зазвучавшую при дуновеньи. Пѣсня поэта такъ же независима и необъяснима, какъ „звенящія струи" горнаго ключа, какъ „слезы чистыя земли". Свободна и мысль поэта: „Въ тебѣ самой твои законы, сама собою ты стройна!"

Поэтъ долженъ беречь свое вдохновенье, не поддаваться настроеніямъ толпы. Если поэтъ-художникъ (стих. „Художникъ") забудетъ о томъ, что его строгая богиня нуждается въ „храмѣ, и жертвенникѣ, и лирѣ, и кимвалѣ, и въ пѣсняхъ сладкихъ, и въ волнахъ благовоній", то онъ лишится своего божественнаго дара,—„холодною рукой обычной жизни ночь задернетъ темный пологъ".

Въ цѣломъ рядѣ стихотвореній Майковъ говоритъ объ одиночествѣ поэта, о необходимости уединенія для возникновенія вдохновенія,

о близости природы къ чуткой душѣ художника. Вмѣстѣ съ тѣмъ, по мнѣнію поэта, толпа должна знать о существованіи пѣвца: „Мы всѣ, блюстители огня на алтарѣ, вверху стоящіе, что городъ на горѣ, дабы всѣмъ виденъ былъ; мы—соль земли, мы—свѣтъ“. Когда люди познаютъ „тщету суетъ“, они смогутъ „возжечь свои свѣтильники“ объ этотъ свѣтъ („Пустынникъ“).

Только въ природѣ, но не въ жизни людей, можетъ поэтъ черпать свое вдохновеніе („Е. П. М.“). Таковы были взгляды Майкова на поэта и поэзію.

Какъ и Пушкинъ, Майковъ въ первый, и наиболѣе блестящій, періодъ своей литературной дѣятельности находился всецѣло подъ вліяніемъ античнаго міра. Античный міръ былъ близокъ ему по духу, гармонировалъ съ его уравновѣшенной натурой, остро воспринимавшей красоту формы. Даже въ послѣдующіе годы, когда въ творчествѣ Майкова зазвучали новые мотивы,—любовь къ русской природѣ, къ русскому народу,—его все же тянуло къ античнымъ образамъ. Подобно Пушкину, Майковъ удѣлилъ вниманіе поэзіи св. Писанія, Востока, поэзіи средневѣковья и славянскаго юга. Но въ его произведеніяхъ этого рода не чувствуется перевоплощенія, какое было у Пушкина.

Къ концу литературной дѣятельности талантъ Майкова тускнѣетъ, и его произведенія, посвященныя христіанству, уже лишены той яркости и пластичности, которыми отличаются его „языческія“ произведенія.

Отличительной чертой поэзіи Майкова является *пластичность*. Онъ самъ говоритъ, что съ младенческихъ лѣтъ въ древнемъ мірѣ его привлекала „пластическая краса миѳическихъ преданій“.

Явленія окружающаго міра вызывали въ его душѣ не музыкальные образы, какъ у Фета, а пластическіе, его воображеніе рисовало ему яркія и выпуклыя картины. Изображеніе этихъ картинъ вполнѣ закончено и опредѣленно, въ душѣ читателя не остается ничего неяснаго, смутнаго, тревожащаго. Такую выпуклость, рельефность художественныхъ образовъ можно встрѣтить еще въ произведеніяхъ Батюшкова, такъ же, какъ и Майковъ, глубоко проникшаго въ духъ античнаго міра и воспитаннаго на его образцахъ. Даже въ раннихъ произведеніяхъ Майкова, каковы, напр., „Вакханка“, „Искусство“, „Барельефъ“, „Сонъ“, чувствуется пластичность, законченность формы. Вотъ образецъ:

«Когда ложится тѣнь прозрачными клубами
На нивы желтыя, покрытыя скирдами,
На синіе лѣса, на влажный злакъ луговъ,
Когда надъ озеромъ бѣлѣетъ столбъ паровъ
И въ рѣдкомъ тростникѣ, медлительно качаясь,
Сномъ чуткимъ лебедь спитъ, на влагѣ отражаясь,—
Иду я подъ родной соломенный свой кровъ,
Раскинутый въ тѣни акацій и дубовъ:
И тамъ, въ урочный часъ, съ улыбкой устъ привѣтныхъ,
Въ вѣнцѣ дрожащихъ звѣздъ и маковъ темноцвѣтныхъ,
Съ таинственныхъ высотъ, воздушною стезею,

Богиня мирная, являясь предо мной,
Сіяньемъ палевымъ главу мнѣ обливаетъ,
И очи тихою рукою закрываетъ,
И, кудри подобравъ, главой склонясь ко мнѣ,
Лобзаетъ мнѣ уста и очи въ тишинѣ».
(«Сонъ»).

При такой природной способности пластически и красочно воспроизводить красоту окружающаго міра, Майкову легко было проникнуть въ духъ античной жизни. Близки и понятны его душѣ были произведенія такихъ классиковъ, какъ Анакреонъ, Ѳеокритъ и Горацій, особенно послѣдній. Майкову, въ расцвѣтѣ его таланта, были совершенно чужды мистицизмъ мирныхъ и страстность бурныхъ романтиковъ. Онъ былъ эпикурейцемъ, ясно, спокойно наслаждавшимся жизнью, природой, искусствомъ. Въ произведеніяхъ перваго періода, гдѣ говорится о молодости, любви, красотѣ, неизмѣнно сквозитъ уравновѣшенная, ясная жизнерадостность. Въ стихотвореніи „Исповѣдь“ поэтъ самъ признается: „Такъ, вѣтренъ я, друзья!“ Умѣнье всецѣло захватываться красотой внѣшняго міра и наслаждаться природой, не задумываясь ни надъ чѣмъ тяжелымъ, особенно ярко сказалось въ группѣ стихотвореній, навѣянныхъ поѣздкой въ Италію: „Очерки Рима“ и „Неаполитанскій альбомъ“. Въ нихъ поэтъ беззаботно восхищается итальянской природой, древними римскими развалинами, красивыми черноокими женщинами, безпечными художниками, собравшимися въ Римъ со всѣхъ концовъ свѣта.

Самый характеръ изображенія Майковымъ природы указываетъ на то, что онъ воспринималъ ее, какъ язычникъ. Особенно ясно выступаетъ это языческое воспріятіе жизни въ стихотвореніи „Панъ“:

«Онъ спитъ, онъ спитъ,
Великій Панъ.
Иди тихонько,
Не то разбудишь!
Полдневный жаръ
И сладкій духъ
Поспѣлыхъ травъ
Умаялъ бога.
Онъ спитъ, и грезитъ,
И видитъ сны!..

...Сядемъ
Въ травѣ густой
И будемъ слушать,
Какъ спитъ онъ—слушать,
Какъ дышитъ—слушать.
Къ намъ тоже тихо
Начнутъ слетать
Изъ самой выси
Такіе жъ сны,
Какими грезитъ
Великій Панъ!»

Такъ представляетъ себѣ Майковъ лѣтній, дышащій зноемъ день. Поэтъ населяетъ природу нимфами, дріадами, фавнами, при чемъ эти языческія существа живутъ у него подлинной жизнью, а не являются лишь холодными фигурами псевдоклассическихъ пьесъ.

То, какъ близокъ былъ Майкову духъ античной жизни, какъ понятны были ему образы людей древности, становится особенно яснымъ при знакомствѣ съ его лирической драмой „Три смерти“. Содержаніе ея таково:

Философъ Сенека, поэтъ Луканъ и эпикуреецъ Люцій приговорены Нерономъ за предполагаемое участіе ихъ въ Пизоновомъ заговорѣ къ смертной казни. Милость Нерона сказалась въ томъ, что онъ разрѣшилъ имъ самимъ покончить съ собой, не подвергаясь позорной казни. Въ трагическіе предсмертные часы личность каждаго изъ трехъ приговоренныхъ ярко и своеобразно проявляется во всѣхъ его индивидуальныхъ особенностяхъ. Философъ Сенека, стоикъ, мудрыми очами безстрашно глядитъ въ глаза смерти. Онъ вѣритъ въ иное бытіе, считаетъ, что его смерть лишь новый урокъ въ томъ тяжеломъ нравоучительномъ пути, который онъ прошелъ. Онъ оглядывается на всю ту жизнь, которая кипитъ вокругъ него, и, скорбно оцѣнивая зло ея, высказываетъ мудро-спокойную мысль о своей отсталости отъ вѣка, о томъ, что придетъ иной, который укажетъ, гдѣ свѣтъ, создастъ, быть можетъ, обновленную жизнь. Смерть при такихъ условіяхъ кажется ему «величайшимъ изъ благъ»; его послѣднія слова: «Сократъ! учитель мой! другъ милый! Къ тебѣ иду!..»

Иначе относится къ смерти прекрасный юноша—поэтъ Луканъ. Онъ не можетъ примириться съ мыслью о ней. Его возмущаетъ то, что такъ прекрасно, такъ полно начатая жизнь должна прерваться, что его великіе поэтическіе замыслы не могутъ быть завершены. Луканъ споритъ съ Сенекой, раздражается изъ-за шутокъ безпечнаго эпикурейца Люція. Когда друзья неожиданно даютъ ему возможность бѣжать, онъ съ радостью хватается за этотъ выходъ. Но тутъ, въ разговорѣ съ пришедшими, онъ случайно узнаетъ о героической смерти рабыни Эпихариды, лишившей себя жизни, чтобы не выдать заговорщиковъ. Настроеніе Лукана рѣзко мѣняется, онъ жалѣетъ о своей трусости, проникается презрѣніемъ къ жизни («смерть тяжела лишь для рабовъ»), постигаетъ красоту смерти, красоту своей «великой мастерской съ исполинами недовершенныхъ мечтаній». Красивыми, спокойными словами онъ встрѣчаетъ смерть:

Простите жъ, пышныя мечтанья!..
Осуществить я васъ не могъ!..
О, умираю я, какъ богъ
Средь начатаго міросозданья».

Съ самообладаніемъ эпикурейца идетъ навстрѣчу смерти Люцій. Съ острой и тонкой насмѣшкой онъ говоритъ о прожитой жизни и о предстоящей смерти. «До тайнъ грядущихъ» ему нѣтъ дѣла, онъ сомнѣвается въ томъ, будетъ ли жить его душа безъ тѣла; поэтому Люцій хочетъ «съ почетомъ отпустить стараго слугу—тѣло»... Онъ занятъ лишь тѣмъ, чтобы покрасивѣе, въ обстановкѣ роскошнаго пира кончить счеты съ жизнью:

«И, на колѣняхъ дѣвы милой,
Я съ напряженной жизни силой
Въ послѣдній разъ упьюсь душой
Дыханьемъ травъ, и моремъ спящимъ,
И солнцемъ, въ волны заходящимъ,
И Пирры ясной красотой!...
Когда жъ пресыщусь до избытка,
Она смертельнаго напитка,
Умильно улыбаясь мнѣ,
Сама не зная, дастъ въ винѣ,
И я умру шутя...»

Такъ мастерски рисуетъ Майковъ представителей трехъ различныхъ міросозерцаній древняго міра. Майковъ замѣтилъ у нихъ лишь одну общую черту—индивидуализмъ: и философъ, и поэтъ, и эпикуреецъ думаютъ лишь о себѣ, не чувствуютъ своей связи съ людьми. Крайній индивидуализмъ былъ характернымъ отличіемъ большинства философскихъ системъ древняго міра въ эпоху упадка.

Въ другомъ драматическомъ произведенiи Майкова, „Два мiра", противопоставляется это античное мiросозерцанiе новому—христiанству. Но представители христiанскаго мiра менѣе удались поэту.

Въ трагедiи „Два мiра" выведены образы „отживающаго мiра классическаго" и образы первыхъ христiанъ.

Лучшимъ представителемъ первыхъ является патрицiй Децiй, истый римлянинъ эпохи расцвѣта Имперiи, цивилизованный, глубоко любящiй свое отечество, скорбящiй о его бѣдствiяхъ, но вѣрящiй въ торжество Рима. Въ образѣ Децiя собрано все лучшее и характерное, что отличало людей древности. Ему чуждъ альтруизмъ христiанъ, онъ—аристократъ-эгоистъ, отъ всей его фигуры вѣетъ благородствомъ доблестнаго патрицiя. При всемъ своемъ желанiи, Децiй не въ состоянiи понять заповѣди Христа, любви къ ближнему, такъ какъ рабовъ онъ органически не можетъ признать ближними.

Очень удачны фигуры остальныхъ римлянъ и пришельцевъ, друзей и недруговъ Децiя, любимцевъ и враговъ Нерона.

Изъ христiанъ художественнѣе другихъ образъ Лиды, другого главнаго дѣйствующаго лица трагедiи. Видно, что образъ Лиды, прежде жизнерадостной, наслаждавшейся всѣми земными радостями римлянки, затѣмъ самоотверженной, глубоко вѣрующей христiанки, особенно дорогъ автору. Лида—вся дѣйственная любовь, у нея нѣтъ личной жизни, она каждымъ помысломъ своимъ отдается служенiю несчастнымъ, обездоленнымъ людямъ. Децiй почувствовалъ такую ея просвѣтленность, ея полную духовную чистоту:

«Ты точно внѣ земли ужъ, Лида!
Куда умчалась ты? Изъ вида
Теряю... точно отъ земли
Оторвалась—межъ звѣздъ носилась
И къ намъ на землю воротилась
Въ ихъ золотой еще пыли!»

Но остальные христiане (а ихъ много выведено въ трагедiи «Два мiра») въ изображенiи Майкова слишкомъ холодны и сухи, напоминаютъ героевъ псевдоклассическихъ произведенiй.

Майкову, поклоннику классической, спокойной красоты, «язычнику» по складу своей натуры, несмотря на долголѣтнюю работу надъ этой темой, было не по силамъ проникнуть въ глубины человѣческаго духа, въ мистическiя сферы, и изобразить страстную напряженность, порывистость людей, живущихъ подвигомъ. Критикъ Майкова, Мережковскiй, говоритъ о немъ: «Онъ понялъ умомъ, но не сердцемъ, противоположность двухъ мiровъ—христiанскаго и античнаго. Угадывая въ теорiи, какъ историкъ, онъ не сумѣлъ показать эту противоположность на дѣлѣ, какъ художникъ... Передъ нами оживаетъ только мiръ языческiй, что же касается христiанскаго, то я положительно его не вижу,—онъ кажется мнѣ холоднымъ, безкровнымъ, что хуже всего, тенденцiознымъ призракомъ... Вмѣсто того, чтобы просто и глубоко чувствовать, первые христiане Майкова холодно и спокойно разсуждаютъ. Это—весьма начитанные, богословски-образованные резонеры».

Но въ изображенiи античнаго мiра съ разныхъ сторонъ Майковъ проявилъ удивительное совершенство, способность переноситься всѣмъ существомъ своимъ въ жизнь и проникаться психологiей какъ великихъ (напр., Сенека, Децiй), такъ и скромныхъ, простыхъ людей древности (разсказъ о бѣдномъ рыбакѣ Менискѣ, потерявшемъ своего сына). Даже юморъ древнихъ ему удалось воскресить въ нѣкоторыхъ своихъ небольшихъ произведенiяхъ („Преторъ", „Алкивiадъ", „У храма"). Рядъ сценокъ изъ жизни

древняго міра Майковъ помѣстилъ подъ названіемъ „камей" и „акварелей"; дѣйствительно, они по своему изяществу и выпуклости напоминаютъ „мраморные барельефы". Нѣкоторая холодность только увеличиваетъ ихъ скульптурность.

Какъ уже выше указывалось, Майкову удавались не только холодные „мраморные барельефы", но и яркія красочныя картины („Очерки Рима", „Неаполитанскій альбомъ").

Средневѣковая жизнь меньше захватывала Майкова, чѣмъ античный міръ. Но все-таки нѣкоторые историческіе сюжеты, преданія и легенды того времени обратили на себя его вниманіе. Наиболѣе извѣстны слѣдующія баллады и небольшія поэмы Майкова: «Саванаролла», «Клермонтскій соборъ» (замѣчательная рѣчь Петра Пустынника), «Пульчинель», «Менестрель», «Приговоръ» (судъ надъ Гуссомъ), «Легенда о Констанцкомъ соборѣ» и «Емшакъ». Изъ подражаній поэзіи св. Писанія и Востока укажемъ на «Изъ Апокалипсиса», «Вертоградъ», «Молитва бедуина», «Еврейскія пѣсни» и друг.

Какъ мы уже знаемъ, Майковъ полагалъ, что въ поэзію не должна врываться шумная жизнь „толпы". Отъ этого взгляда на поэзію Майковъ отступилъ только въ самые послѣдніе годы своей литературной дѣятельности, когда, съ одной стороны, увлекся политическими взглядами славянофиловъ, съ другой, занялся разрѣшеніемъ высшихъ вопросовъ бытія. Но и въ эпоху расцвѣта своего таланта поэтъ поддался вліянію современности. Такъ, послѣ Крымской войны и передъ освобожденіемъ крестьянъ, когда общество переживало подъемъ патріотическихъ чувствъ, Майковъ забываетъ на время богатую природу Италіи, Греціи, ихъ красочную, яркую жизнь и создаетъ такія произведенія, какъ „Сѣнокосъ", „Ночь на жнитвѣ", „Въ степяхъ", „Болото", „Пейзажъ", „Звуки ночи", „Ласточка", „Нива", въ которыхъ выражена горячая любовь къ родной природѣ, къ родному народу. Въ художественномъ отношеніи они не уступаютъ картинамъ природы Италіи и Греціи. Великій моментъ въ исторіи Россіи, освобожденіе крестьянъ, находитъ себѣ отраженіе въ радостныхъ стихотвореніяхъ Майкова: „Картинка", „Поля" („Воля, братцы,—это только первая ступень въ царство мысли, гдѣ сіяетъ вѣковѣчный день").

Русская жизнь изображена Майковымъ въ двухъ произведеніяхъ „Дурочка" („дурочка"—крестьянская дѣвочка, „существо не отъ міра сего") и „Бабушка и внучекъ" (картинка изъ дворянской жизни). Но русская природа была понята Майковымъ лучше, чѣмъ русская жизнь. Подъ вліяніемъ проснувшагося интереса къ родинѣ, поэтъ обращаетъ свое вниманіе на ея прошлое. Такъ, имъ было переведено „Слово о полку Игоревѣ" и написаны стихотворенія: „У гроба Грознаго", „Кто онъ?" и „Упраздненный монастырь".

Яковъ Петровичъ Полонскій.

Біографія.

Яковъ Петровичъ Полонскій родился въ 1820 г., въ Рязани, въ семьѣ незначительнаго чиновника. Въ Рязани поэтъ прожилъ до окончанія гимназіи, затѣмъ онъ поступилъ на юридическій факультетъ въ московскій университетъ, гдѣ оказался въ кругу талантливой молодежи того времени. Тамъ онъ близко сошелся съ Фетомъ и Ап. Григорьевымъ. Въ Москвѣ же Полонскій сблизился съ И. С. Тургеневымъ, съ которымъ впослѣдствіи у него установились теплыя дружескія отношенія. Я. П. Полонскому приходилось все время добывать себѣ средства къ жизни уроками и другой случайной работой. По окончаніи университета Полонскій выпустилъ первый сборникъ своихъ стиховъ подъ названіемъ «Гаммы», встрѣченныхъ критикой довольно дружелюбно. Начиная съ 1846 г., Полонскій, въ поискахъ заработка, служитъ то въ Тифлисѣ, то въ Одессѣ, то въ Варшавѣ, то за границей (въ Германіи, Швейцаріи, Римѣ, Парижѣ). Кавказская природа способствуетъ развитію таланта Полонскаго, онъ пишетъ цѣлый рядъ стихотвореній, вошедшихъ впослѣдствіи въ сборникъ «Сазандръ» (пѣвецъ—по-грузински), изданный въ 1849 г. Въ 1859 году Полонскій дѣлается соредакторомъ Ап. Григорьева въ журналѣ графа Кушелева-Безбородко «Русское Слово». Но уже въ слѣдующемъ году онъ оставляетъ редакторство и поступаетъ на службу въ Комитетъ иностранной цензуры, гдѣ служитъ до конца своей жизни...

Въ 1855 г. Полонскій издалъ полное собраніе своихъ стихотвореній, что упрочило его извѣстность. Въ 1867 г. вышла въ свѣтъ поэма Полонскаго «Кузнечикъ-Музыкантъ», одно изъ его лучшихъ и своеобразныхъ произведеній. Въ послѣдующіе годы имъ было написано нѣсколько романовъ и повѣстей.

Мягкій, ласковый, отзывчивый и сердечный человѣкъ, Я. П. Полонскій въ послѣдніе годы жизни сгруппировалъ вокругъ себя кружокъ пишущей молодежи которую онъ всячески поддерживалъ и поощрялъ. Полонскій умеръ въ 1898 году

Литературная дѣятельность.

Я. П. Полонскій былъ членомъ «добраго тройственнаго союза» (Фетъ, Майковъ, Полонскій), по выраженію Майкова. Но, будучи лично близокъ съ Фетомъ и Майковымъ и принадлежа съ ними къ одной литературной школѣ, Полонскій, тѣмъ не менѣе, значительно отличался отъ этихъ собратьевъ по перу.

Уступая въ общемъ Фету въ силѣ и яркости таланта, Я. П. Полонскій имѣлъ передъ нимъ преимущество въ смыслѣ гораздо большей широты и разносторонности творчества. Даже любовь и природа—почти единственные мотивы поэзіи Фета—воспѣты Полонскимъ болѣе разнообразно.

Отъ Майкова онъ рѣзко отличается простотой, безыскусственностью, близостью къ дѣйствительности (Майковъ больше всего боялся прозаичности, и потому его произведенія въ большинствѣ случаевъ въ приподнятомъ, торжественномъ тонѣ).

Кромѣ широты, разнообразія и безыскусственности, творчество Полонскаго имѣетъ и другія характерныя черты, тѣсно связанныя съ личностью поэта: искренность и сердечность. Многія его произведенія дышатъ то мягкою женственностью, то даже дѣтской наивностью.

Общій характеръ поэзіи Полонскаго—высоко-гуманный. Онъ не замыкается въ самомъ себѣ, но находитъ отзвукъ въ своей душѣ на горе и муки житейскія. Не будучи борцомъ за лучшую жизнь, онъ глубоко сочувствуетъ страданьямъ людей и вѣритъ въ идеалъ. Поклоняясь красотѣ, служа искусству, онъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, будитъ „чувства добрыя“ у людей. Вотъ какъ самъ Полонскій говоритъ о своей поэзіи:

«Мое сердце—родникъ, моя пѣсня—волна,
Пропадая вдали, разливается,
Подъ грозой—моя пѣсня, какъ туча, темна,
На зарѣ—въ ней заря отражается.
Если жъ вдругъ вспыхнутъ искры нежданной любви
Или на сердцѣ горе накопится,—
Въ лоно пѣсни моей льются слезы мои,
И волна уносить ихъ торопится!»

Такимъ образомъ, Полонскій изъ поэтовъ Пушкинской школы ближе всѣхъ подходитъ къ своему учителю („Эхо“ Пушкина).

Поэтъ въ другомъ стихотвореніи „Родникъ“ такъ характеризуетъ отношеніе поэзіи къ человѣческой жизни:

«...Ему не страшны бури,
Ни жестокость холодовъ,
Ни невѣжество людское,
Ни тревоги городовъ:
Онъ одинъ далекъ заразы
Пошлыхъ думъ и злыхъ страстей
Онъ одинъ, какъ геній, свѣтелъ:
Приходи къ нему—и пей!»

Такимъ образомъ, поэзія, по мнѣнію Полонскаго, много даетъ тому, кто бѣжитъ отъ „тревоги городовъ, заразы пошлыхъ думъ и злыхъ страстей“. Въ этомъ отношеніи Полонскій опредѣляетъ роль поэзіи, какъ чистаго родника, скрытаго отъ толпы, доступнаго лишь избранникамъ, подобно другимъ поэтамъ „искусства для искусства“. Но въ стихотвореніи „Нищій“ онъ подчеркиваетъ и другую сторону своего взгляда на поэзію, указываетъ на высоко-гуманный характеръ своей лирики:

«Знавалъ я нищаго,—какъ тѣнь,
Съ утра, бывало, цѣлый день
Старикъ подъ окнами бродилъ
И подаянія просилъ;
Но все, что въ день ни собиралъ,
Бывало, къ ночи раздавалъ
Больнымъ, калѣкамъ и слѣпцамъ,—
Такимъ же нищимъ, какъ и самъ.
Въ нашъ вѣкъ таковъ иной поэтъ:
Утративъ вѣру юныхъ лѣтъ,
Какъ нищій, старецъ изнуренъ,
Духовной пищи проситъ онъ,
И все, что жизнь ему ни шлетъ,
Онъ съ благодарностью беретъ
И душу дѣлитъ пополамъ
Съ такими же нищими, какъ и самъ»

Слѣдовательно, Полонскій не только самъ былъ отзывчивъ и чутокъ, онъ считалъ такую отзывчивость обязательной для истинной поэзіи.

Какъ уже выше было указано, сердечный и ласковый Я. П. Полонскій обладалъ мягкимъ характеромъ, который мѣшалъ ему „ненавидѣть", бороться. Онъ самъ, въ стихотвореніи „И. С. Аксакову", говоритъ, что на „смѣлый голосъ", на жестокій, безпощадный стихъ, на „холодную правду словъ" поэта-борца у него нѣтъ отвѣтно-сильныхъ словъ, съ „невольнымъ трепетомъ" онъ имъ внимаетъ.

«Толпа» тяготила поэта, казалась ему слѣпой, непонимающей, «равнодушной ко злу», «надменно, какъ трофей, несущей свои оковы», но не меньше его тяготило и то, что онъ не всегда жилъ вдохновеньемъ, что и онъ часто смѣшивался съ «толпой». Онъ не могъ примириться съ такой двойственностью. Въ стихотвореніи «Двойникъ» онъ описываетъ настроеніе человѣка, который изъ прозаическаго состоянія переходитъ во вдохновенное (та же тема въ стихотвореніи Пушкина: «Пока не требуетъ поэта къ священной жертвѣ Аполлонъ...»): онъ шелъ, равнодушный къ тому, какъ пѣли соловьи, какъ звѣзды загорались, но вотъ вдругъ почувствовалъ присутствіе въ себѣ «человѣка-двойника».

«— Что ты пророчишь мнѣ или зачѣмъ пугаешь?
Ты—призракъ иль обманъ фантазіи больной?
— «Ахъ, отвѣчалъ двойникъ: ты видѣть мнѣ мѣшаешь
И не даешь внимать гармоніи ночной.
Ты хочешь отравить меня своимъ сомнѣньемъ,
Меня—живой родникъ поэзіи твоей!»
И, не сводя съ меня испуганныхъ очей,
Двойникъ мой на меня глядѣлъ съ такимъ смятеньемъ,
Какъ будто я къ нему среди ночныхъ тѣней—
Я, а не онъ ко мнѣ, явился привидѣньемъ!»

Стихотворенія, въ которыхъ Полонскій говоритъ о своемъ отношеніи къ искусству и жизни, относятся къ такъ называемой «идейной лирикѣ». Кромѣ указанныхъ, слѣдуетъ еще отмѣтить стихотвореніе «Поэзія», въ которомъ Полонскій говоритъ, что поэзія предполагаетъ, какъ необходимое условіе своего существованія, торжество вѣры въ высшіе идеалы человѣчества надъ сомнѣніями и тяжелыми думами. Переходя къ болѣе подробному разсмотрѣнію содержанія лирики Полонскаго, слѣдуетъ сказать, что она отличалась большой широтой поэтическаго захвата. Подобно Пушкину, онъ умѣлъ и въ прозѣ видѣть поэзію, и въ самомъ обыденномъ, даже пошломъ и некрасивомъ, находить достойное поэтическаго изображенія (напр., стих. «У двери», описаніе грязной, смрадной лѣстницы). Въ стихотвореніяхъ «Письма къ Музѣ» Полонскій самъ характеризуетъ широту своего творчества:

«Вмѣстѣ мы росли, о Муза»,—обращается поэтъ къ Музѣ, которая впрягалась въ салазки школьника и «мчалась по сугробамъ снѣжнымъ, мимо бани, мимо сонныхъ яблонь, липъ и низкихъ ветелъ, инеемъ посеребренныхъ, мимо стараго колодца, мимо стараго сарая...» Иногда Муза звала поэта «слушать сказки бѣдной няни, на скамьѣ съ своею пряжкой пріютившейся въ чуланѣ». Дальше поэтъ говоритъ:

«Подо мной таились клады,
Надо мной стрижи звенѣли,
Выше—въ небѣ—надъ Рязанью,
Къ югу лебеди летѣли,—
А внизу виднѣлась будка
Съ алебардой, мостъ, да пара
Фонарей, да бабы въ кичкахъ
Шли ко всенощной съ базара.
Имъ навстрѣчу съ колокольни
Несся гулкій звонъ вечерній;
Тѣни шире разрастались,—
Я крестился суевѣрнѣй...»

Несмотря на вниманіе къ прозѣ, къ реальной дѣйствительности, на любовное ея изображеніе, Полонскаго захватывали и сказочные мотивы („Влюбленный мѣсяцъ", „Сны" и др.). Онъ вводитъ иногда фантастическій элементъ и въ описаніе буднично-житейскаго („Хуторки", „Деревенскій сонъ").

Воспѣвая природу, Полонскій въ недоумѣніи останавливается передъ ея неразгаданными тайнами, мучительно спрашивая себя о причинѣ связи своей съ природой: „Отчего я люблю тебя, свѣтлая ночь?... Самъ не знаю, за что я люблю тебя, ночь, такъ люблю, что, страдая, любуюсь тобой!" Но Полонскій не приходитъ въ отчаяніе отъ такихъ мистическихъ настроеній. Онъ въ вѣрѣ черпаетъ утѣшеніе: „Ткань природы міровая—риза Божья, можетъ быть... Въ этой ризѣ я живая, я непорванная нить".

Подобно Фету и Майкову, Полонскій также описываетъ съ любовью русскую природу („Пришли и стали тѣни ночи", „Заплети свои темныя косы вѣнцомъ", „Лѣсъ" и др.).

Любовь въ стихотвореніяхъ Полонскаго рисуется съ оттѣнками „какой-то тихой грусти", потому что Полонскій представляетъ себѣ любовь, какъ „борьбу неравную двухъ сердецъ", изъ которыхъ слабое должно погибнуть. Особенно удачно изображаетъ Полонскій отроческую любовь, мятежную, порывистую, но, вмѣстѣ съ тѣмъ, чистую, нѣжную и глубокую („Вызовъ", „Затворница", „Они", „Подросла", „Въ глуши" и др.). Даже въ изображеніи самыхъ тяжелыхъ моментовъ дальше грусти, печали Полонскій не идетъ, „слишкомъ тяжелое, рѣзкое и мрачное" не имѣетъ мѣста въ его стихотвореніяхъ. Въ этомъ отношеніи характерно стихотвореніе „Послѣдній вздохъ...", очень удачное по формѣ. Любимая женщина умираетъ и такъ прощается съ поэтомъ:

Поцѣлуй меня...
Моя грудь въ огнѣ...
Я еще люблю...
Наклонись ко мнѣ!..»
Такъ въ прощальный часъ
Лепеталъ и гасъ
Тихій голосъ твой,
Словно тающій
Въ глубинѣ души
Догорающей.
Я дышать не смѣлъ,
Я въ лицо твое,
Какъ мертвецъ, глядѣлъ,
Я склонилъ мой слухъ,
Но, увы! мой другъ,
Твой послѣдній вздохъ
Мнѣ любви твоей
Досказать не могъ,—
И не знаю я,
Чѣмъ развяжется
Эта жизнь моя!
Гдѣ докажется
Мнѣ любовь твоя.»

Передъ смертью, какъ видно изъ этого стихотворенія и изъ другихъ(„Безуміе горя", „Я читаю книгу пѣсенъ"), Полонскій

останавливается, какъ и передъ загадками природы, въ недоумѣніи, но смиряется, не сумѣвъ разгадать.

Кромѣ лирическихъ стихотвореній, Полонскимъ было написано довольно много различныхъ произведеній въ прозѣ. Но они не отличаются художественностью.

Наиболѣе художественнымъ изъ не-лирическихъ произведеній Полонскаго является поэма «Кузнечикъ-Музыкантъ». Въ этой художественной сказкѣ изъ жизни насѣкомыхъ, съ одной стороны, дана легкая сатира на петербургскій литературный міръ, съ другой, граціозно нарисованы картинки изъ жизни насѣкомыхъ. Тонъ поэмы шутливый, а сюжетъ грустный. Кузнечикъ, идеалистъ и мечтатель, влюбляется въ легкомысленную красавицу бабочку, которая его не любитъ и гибнетъ отъ любви къ соловью. Кузнечикъ, несмотря на холодность и презрѣніе Сильфиды, остается вѣренъ своему глубокому, самоотверженному чувству.

Поэма „Кузнечикъ-Музыкантъ" производитъ сильное впечатлѣніе своей поэтичностью.

Говоря о лирикѣ Полонскаго, слѣдуетъ коснуться того, какова внѣшняя форма его произведеній. Его стихотворенія отличаются мелодичностью, въ лучшихъ произведеніяхъ не уступающей музыкальности фетовскихъ стиховъ. Но лирика Полонскаго страдаетъ растянутостью, ослабляющей впечатлѣніе. Кромѣ того, простота его языка иногда переходитъ въ прозаичность, нарушающую художественность. Среди современныхъ Полонскому критиковъ было не мало такихъ, которые отрицали достоинства поэзіи Полонскаго. Но на защиту его выступили И. С. Тургеневъ и И. Страховъ. Вотъ что писалъ Тургеневъ въ его защиту:

«Талантъ Полонскаго представляетъ особенную, ему лишь одному свойственную смѣсь простодушной граціи, свободной образности языка, на которомъ еще лежитъ отблескъ пушкинскаго изящества и какой-то иногда неловкой, но всегда любезной честности и правдивости впечатлѣній».

Графъ Алексѣй Константиновичъ Толстой.

Біографія.

Графъ Алексѣй Константиновичъ Толстой родился въ 1817 году въ Петербургѣ, но вскорѣ былъ увезенъ въ малороссійское («Красный Рогъ» въ Черниговской губ.) имѣніе своего дяди А. А. Перовскаго. А. А. Перовскій былъ богатымъ человѣкомъ и довольно извѣстнымъ писателемъ Пушкинской эпохи, писавшимъ подъ псевдонимомъ Погорѣльскаго. Толстой росъ въ атмосферѣ любви и ласки, окруженный людьми высокообразованными и культурными. У него рано пробудился вкусъ ко всему красивому, изящному; этому немало способствовала поэтичная природа Малороссіи. 9-ти лѣтъ Толстой, вмѣстѣ со своимъ дядей, переѣхалъ въ Петербургъ, гдѣ попалъ, благодаря Жуковскому, хорошему знакомому Перовскаго, въ кругъ сверстниковъ цесаревича Александра II. Съ той поры между Александромъ II и А. К. Толстымъ установились дружескія отношенія. Въ то же время дома, у своего дяди, мальчикъ встрѣчался съ литературными друзьями Перовскаго. Эта среда способствовала развитію у мальчика литературныхъ вкусовъ, поѣздка же за границу (ему было тогда всего 10 лѣтъ), гдѣ на него неотразимое впечатлѣніе произвели встрѣча съ Гёте и роскошная природа Италіи, углубила эти вкусы. Италія, съ ея памятниками древности, произведеніями искусства, вызвала въ душѣ одареннаго мальчика настоящій энтузіазмъ; тогда окончательно опредѣлилось тяготѣніе Толстого ко всему прекрасному. Несмотря на частые переѣзды, занятія, подготовка къ сдачѣ экзамена за словесный факуль-

тетъ, шли своимъ чередомъ, и 18 лѣтъ, благодаря блестящимъ способностямъ, А. К. Толстой сдалъ этотъ экзаменъ въ московскомъ университетѣ. Изъ Москвы Толстой переѣхалъ въ Петербургъ, гдѣ получилъ крупное придворное назначеніе (церемоніймейстера). Толстой имъ не воспользовался для дальнѣйшей служебной карьеры, такъ какъ придворная служба была не по немъ. Вообще, несмотря на неизмѣнное благоволеніе къ нему Царя-Освободителя, А. К. Толстой всегда отклонялъ отъ себя милости двора. Вращаясь въ кругу придворной знати, гр. А. К. Толстой оставался, вмѣстѣ съ тѣмъ, близкимъ и литературнымъ кругамъ.

Первое произведеніе Толстого, фантастическая повѣсть «Упырь», относится къ 1841 г. Въ 1854 году появляется въ «Современникѣ» его первое стихотвореніе «Колокольчики». Начиная съ 60-хъ годовъ, гр. А. К. Толстой окончательно уходитъ въ литературную дѣятельность. Къ 1859 г. относятся «Іоаннъ Дамаскинъ» и «Грѣшница», къ 1862 г. драма «Донъ-Жуанъ», между 1866 и 1870 гг. онъ создаетъ свою знаменитую трилогію, въ 1867 г. выходитъ въ свѣтъ первый сборникъ его стихотвореній.

Графъ А. К. Толстой прожилъ рѣдко счастливую жизнь; это ярко отразилось на его творчествѣ. Онъ скончался въ своемъ любимомъ имѣніи «Красный Рогъ» въ 1875 году.

Литературная дѣятельность.

Перу гр. А. К. Толстого принадлежитъ цѣлый рядъ произведеній не только лирическихъ, но и эпическихъ и драматическихъ. Но большее мѣсто въ его творчествѣ занимала лирика.

Изъ лирическихъ произведеній многія посвящены выясненію взгляда Толстого на поэзію. Прежде, чѣмъ перейти къ содержанію лирики Толстого вообще, остановимся на нѣкоторыхъ стихотвореніяхъ, выражающихъ взглядъ поэта на поэзію. Алексѣя Константиновича Толстого нельзя опредѣленно причислить къ группѣ поэтовъ „чистаго искусства“. Считая, подобно другимъ поэтамъ „искусства для искусства“, что въ поэзіи не должны звучать гражданскіе мотивы, и что она не призвана непосредственно служить людямъ, Толстой стоитъ все-таки особнякомъ, такъ какъ для него является характернымъ другое. Онъ, какъ философы Платонъ и Шеллингъ, видитъ въ поэзіи воплощеніе образовъ, созданныхъ Богомъ. Не только чужая воля, но и воля самого поэта не имѣетъ власти надъ этими образами. Вотъ что говоритъ Толстой о минутѣ вдохновенія:

«Охваченный ею не можетъ молчать,
Онъ—рабъ ему чуждаго духа:
Вожглась ему въ грудь вдохновенья печать,
Неволей иль волей онъ долженъ вѣщать,
Что слышитъ подвластное ухо».

Искусство, по мнѣнію Толстого, есть какъ бы звено между міромъ идеальнымъ, наполненнымъ „невидимыми формами и неслышимыми звуками“, и міромъ реальнымъ. Въ поэмѣ „Іоаннъ Дамаскинъ“ Іоаннъ, пламенно воспѣвающій Христа, такъ отвѣчаетъ калифу, желающему щедрыми дарами удержать его у власти:

«... Твой щедрый даръ,
О государь, пѣвцу не нуженъ.
Съ иною силою онъ друженъ:
Въ его груди пылаетъ жаръ,
Которымъ зиждется созданье.
Служить творцу—его призванье;
Его незримый міръ
Престоловъ выше и порфиръ
А всѣ сокровища природы:
Степей безбрежный просторъ,
Туманный очеркъ дальнихъ горъ,
И моря пѣнистыя воды,
Земля, и солнце, и луна,
И всѣхъ созвѣздій хороводы,
И синей тверди глубина,—
То все одно лишь отраженье,
Лишь тѣнь таинственныхъ красотъ,
Которыхъ вѣчное видѣнье
Въ душѣ избранника живетъ.
О, вѣрь, ничѣмъ тотъ не подкупленъ,
Кому Господь дозволилъ взглядъ
Въ то сокровенное горнило,
Гдѣ первообразы кипятъ,
Трепещутъ творческія силы!»

Понятно, что, при такомъ возвышенномъ взглядѣ на искусство, гр. Ал. Толстой не могъ примириться съ господствовавшей въ его время утилитарной точкой зрѣнія на него (это было время Писарева, Чернышевскаго). Въ сильномъ, энергичномъ стихотвореніи „Противъ теченія" Толстой выступаетъ на защиту „чистаго искусства" отъ „положительнаго вѣка". Онъ зоветъ съ собою тѣхъ, кто знаетъ, что „правда все та же!"

Онъ говоритъ: «Средь мрака ненастнаго вѣрьте чудесной звѣздѣ вдохновенья, дружно гребите, во имя прекраснаго, противъ теченія!» И дальше: «Други, гребите! Напрасно хулители мнятъ оскорбить насъ своею гордынею: на берегъ вскорѣ мы, волнъ побѣдители, выйдемъ торжественно съ нашей святынею! Верхъ надъ конечнымъ возьметъ безконечное, вѣрою въ наше святое значеніе мы же возбудимъ теченіе встрѣчное—противъ теченія!»

Среди лирическихъ произведеній Толстого есть много съ религіозно-философскимъ содержаніемъ. Въ нихъ со всей силою сказывается высокій складъ души поэта, ея нравственная красота, чисто идеалистическое воспріятіе міра. Притомъ для Толстого казались нераздѣльно слитыми нравственно-прекрасное съ эстетически-прекраснымъ. Красота, добро и истина, слитыя воедино,—вотъ тотъ идеалъ, который влечетъ поэта, и который на землѣ неосуществимъ. Поэтому взоры поэта часто обращены въ потусторонній міръ, гдѣ „въ одну любовь мы всѣ сольемся вскорѣ, въ одну любовь, широкую, какъ море, *что не вмѣстятъ земные берега...*"

Поэтъ вѣритъ въ идеальный міръ, къ нему „просится душа", но, вмѣстѣ съ тѣмъ, онъ любитъ и землю. Въ стихотвореніи „Горними тихо летѣла душа небесами" поэтъ изображаетъ грусть „души", въ небесахъ внимающей „ликамъ блаженства и радости", тоскующей среди „праведныхъ", которые не знаютъ „ни скорби, ни злобы", которымъ она не нужна. „Душа" проситъ Бога: „О, отпусти меня снова, Создатель, на землю, было бъ о комъ пожалѣть и утѣшить кого бы".

„Душа", такимъ образомъ, хочетъ участвовать въ житейской борьбѣ, помогая тѣмъ, кто страдаетъ отъ зла. Поэтъ, въ противоположность Фету, не различавшему добра и зла, и въ противоположность Лермонтову, въ лицѣ „Демона" увидѣвшему „прекрасное" въ злѣ, ясно различаетъ добро и зло, возстаетъ противъ зла и объясняетъ его существованіе только необходимостью для жизни,

для движенья, „борьбы“. Такъ, въ драмѣ „Донъ Жуанъ“ онъ говоритъ:

«...усильямъ духа злого
Вседержитель волю далъ,
И свершается все снова
Споръ враждующихъ началъ.
Въ битвѣ смерти и рожденья
Основало Божество
Нескончаемость творенья,
Мірозданья продолженье,
Вѣчной жизни торжество!»

Все міровоззрѣніе Толстого окрашивалось глубокой религіозностью, проникающей многія его произведенія, но особенно сильно выразившейся въ указанной уже выше поэмѣ „Іоаннъ Дамаскинъ“. Іоаннъ горитъ пламенной любовью къ Творцу, къ его твореньямъ („Благословляю васъ, лѣса, долины, нивы, горы, воды и голубыя небеса!..), къ Спасителю:

«...Зачѣмъ я не могу нести, о, мой Господь, Твои оковы, Твоимъ страданіемъ страдать и крестъ на плечи Твой пріять и на главу вѣнецъ терновый! О, если бъ могъ я лобызать лишь край святой Твоей одежды, лишь пыльный слѣдъ Твоихъ слѣдовъ! О, мой Господь, моя надежда, моя и сила и покровъ!»

Любовь къ Богу у Толстого слита съ горячей, возвышенной любовью къ природѣ, въ которой онъ слышитъ отзвуки „другой далекой красоты“... Картины природы у Толстого преимущественно свѣтлыя, жизнерадостныя, проникнутыя „настроеніемъ“. Мрачное и стихійное въ природѣ не привлекало къ себѣ вниманія Толстого. Въ природѣ онъ находилъ утѣшеніе въ тяжелыя минуты.

У Толстого встрѣчаются почти исключительно картины родной природы, „бѣдной крикливыми эффектами, дающей неисчерпаемый родникъ наслажденій для того, кто умѣетъ читать ея таинственную книгу“. Особенно хороши описанія природы въ стихотвореніяхъ: „Острой сѣкирою срублена береза“, „Ты знаешь край“, „Боръ сосновый въ странѣ одинокій стоитъ“ и др. Въ одномъ изъ нихъ онъ говоритъ о русской природѣ:

«Край ты мой, родимый край!
Конскій бѣгъ на волѣ!
Въ небѣ крикъ орлиныхъ стай!
Волчій голосъ въ полѣ!
Гой, ты, родина моя,
Гой, ты, боръ дремучій!
Свистъ полночный соловья!
Вѣтеръ, степь да тучи!»

Любовь въ произведеніяхъ Толстого—чувство одухотворяющее, роднящее со всей вселенной, дающее познать „всѣхъ истинъ источникъ, всѣхъ дѣлъ великихъ первую причину“. Именно въ такой любви видитъ Толстой смыслъ земной жизни. Страстность, порывистость чужды чувству любви, которую воспѣваетъ Толстой. Только тихой грустью часто обвѣяны его стихотворенія, посвященныя любви:

«... Знаю, что тебѣ въ думушку вкралося,
Знаю сердца немолчныя жалобы,
Не хочу я, чтобъ ты притворялася
И къ улыбкѣ себя принуждала бы».

и дальше:

«Соловьиная пѣсня унылая,
Что какъ жалоба катится слезная,
Плачь, душа моя, плачь, моя милая,
Тебя небо лишь слушаетъ звѣздное!»

Условія жизни А. Толстого были таковы, что онъ оказался въ сторонѣ отъ тѣхъ острыхъ общественныхъ переживаній, которыя волновали современную ему интеллигенцію. Кромѣ того, его широкое міросозерцаніе не давало ему возможности примкнуть къ тому или иному теченію. „Двухъ становъ не боецъ, а только гость случайный", А. Толстой въ своихъ произведеніяхъ отразилъ какъ славянофильскіе, такъ и западническіе взгляды. Его одновременно привлекала и западная культура и тянула къ себѣ родная старина; во всякомъ случаѣ, какъ въ прошломъ, такъ и въ настоящемъ, его одинаково возмущало насиліе и грубость. Только крайнія общественно-политическія теченія того времени окончательно отталкивали его отъ себя, какъ проникнутыя враждебнымъ ему матеріализмомъ.

Современная дѣйствительность не удовлетворяла потребности Толстого въ красотѣ. Онъ сталъ искать ея въ прошломъ. Старина въ воображеніи Толстого украсилась такими чертами, какихъ въ дѣйствительности не имѣла. Подъ вліяніемъ такого отношенія къ прошлому, Толстымъ было написано много балладъ, былинъ, историческій романъ „Князь Серебряный" и знаменитыя три драмы— „Смерть Іоанна Грознаго", „Царь Ѳеодоръ Іоанновичъ" и „Царь Борисъ". Изображеніе старины, съ внутренней стороны часто не совпадая съ исторической дѣйствительностью, съ внѣшней отличалось точнымъ воспроизведеніемъ колорита того времени (языкъ, описаніе обычаевъ, костюмовъ).

Особенно привлекала Толстого кіевская старина. Съ какой любовью онъ къ ней относился, видно изъ былины „Илья Муромецъ". Образъ Ильи Муромца такъ очерченъ Толстымъ:

«Подъ броней, съ простымъ наборомъ,
Хлѣба кусъ жуя,
Въ жаркій полдень ѣдетъ боромъ
Дѣдушка Илья»...

Илья недоволенъ Владиміромъ:

«Дворъ мнѣ, княже, твой не диво,
Не пировъ держусь;
Я—мужикъ неприхотливый,
Былъ бы хлѣба кусъ»...

Илья говоритъ, что онъ, хоть и отсталъ отъ молодежи, но только въ кутежахъ и забавахъ, для боя же еще годенъ, и безъ него не обойтись Владиміру. Не по немъ придворная жизнь:

«Душно въ Кіевѣ, что въ окраинѣ—
Только киснетъ кровь,
Государынѣ пустынѣ поклонюся вновь».

Просвѣтлѣлъ старикъ только тогда, когда степь своимъ здоровымъ воздухомъ пахнула ему въ лицо.

Московская старина возмущаетъ его, какъ эстета и какъ человѣка съ высокимъ нравственнымъ міровоззрѣніемъ. Онъ въ своихъ

произведеніяхъ, посвященныхъ московской эпохѣ, возстаетъ противъ невѣжества, деспотизма и жестокости того времени („Змѣй Тугаринъ", „князь Михайло Репнинъ", „Василій Шибановъ" и др.).

Три драмы А. Толстого (трилогія) отличаются прекрасной техникой и замѣчательной сценичностью. Съ психологической точки зрѣнія, наиболѣе удаченъ образъ Ѳеодора Іоанновича. Остальные же недостаточно ярки и глубоки. Лучшій анализъ трилогіи далъ самъ Толстой въ статьяхъ „Проектъ постановки на сцену трагедій „Смерть Іоанна Грознаго" и „Царь Ѳеодоръ Іоанновичъ".

Благодаря своей сценичности, эти драмы имѣли блестящій успѣхъ на русской и заграничной сценахъ.

Заканчивая разборъ литературной дѣятельности гр. А. К. Толстого, нужно сказать нѣсколько словъ о внѣшней формѣ его произведеній. Подобно произведеніямъ Майкова, они написаны въ торжественномъ, приподнятомъ тонѣ; но это не исключаетъ искренности. Такая приподнятость тона является у Толстого только выраженіемъ возвышенности всего его міросозерцанія.

Николай Алексѣевичъ Некрасовъ.

Біографія.

Николай Алексѣевичъ Некрасовъ родился въ 1821 г. въ Винницкомъ уѣздѣ Подольской губ. Отецъ поэта, армейскій офицеръ, происходилъ изъ старой дворянской семьи, нѣкогда богатой, но потомъ разорившейся.

Находясь въ Польшѣ съ полкомъ, молодой офицеръ познакомился съ молодой дѣвушкой, дочерью польскаго пана Закревскаго, съ которой противъ воли ея родителей повѣнчался. Мягкая по натурѣ, образованная и культурная женщина, попавши въ дикую крѣпостническую обстановку въ деревнѣ мужа и вскорѣ почувствовавъ на себѣ его грубый и деспотическій характеръ, начала быстро чахнуть и рано умерла. Единственнымъ ея утѣшеніемъ при жизни были дѣти. Понятно, такимъ образомъ, то, что у Некрасова образъ матери связывается со «святымъ мученичествомъ».

Кромѣ воспоминаній о матери, Некрасовъ изъ дѣтства не вынесъ ничего свѣтлаго, такъ какъ съ малыхъ лѣтъ былъ постояннымъ свидѣтелемъ (отецъ его принялъ должность исправника) жестокаго, грубаго и несправедливаго обращенія съ крестьянами.

Въ обстановкѣ дѣтства Некрасова, такимъ образомъ, лежали причины той глубокой ненависти къ крѣпостному праву и горячей любви къ простому народу, которая впослѣдствіи такъ ярко отразилась въ произведеніяхъ Некрасова.

Послѣ домашняго образованія Некрасовъ поступилъ въ Ярославскую гимназію, въ которой пробылъ только до пятаго класса. Въ 1836 году отправили юношу въ Петербургъ, для поступленія въ Дворянскій полкъ. Но Некрасовъ рѣшилъ готовиться къ поступленію въ университетъ. Узнавъ объ этомъ, отецъ отказалъ ему въ матеріальной поддержкѣ.

Некрасовъ оказался въ отчаянномъ положеніи: безъ платья, безъ жилья, безъ пищи.

Въ виду тяжелыхъ условій жизни, Некрасову не удалось подготовиться и выдержать экзаменъ въ университетъ, который ему пришлось посѣщать въ качествѣ вольнослушателя. Но онъ не могъ всецѣло отдаться занятіямъ на словесномъ факультетѣ, такъ какъ много времени и силъ уходило на изысканіе средствъ къ существованію. Въ это время Некрасовъ сталъ писать въ «Отечественныхъ Запискахъ» критическія и юмористическія статейки. Тамъ же Некрасовъ помѣстилъ свое пер-

вое стихотвореніе «Въ дорогѣ», которое обратило на себя вниманіе Бѣлинскаго. Съ этихъ поръ условія жизни Некрасова мѣняются къ лучшему. Подъ энергичнымъ вліяніемъ Бѣлинскаго Некрасовъ занимается воспитаніемъ своего таланта, расширеніемъ своего умственнаго кругозора. Благодаря завязавшимся литературнымъ связямъ и знакомствамъ, Некрасову вмѣстѣ съ Панаевымъ удается пріобрѣсти у Плетнева «Современникъ». Некрасовъ привлекаетъ къ этому журналу лучшія литературныя силы того времени (Бѣлинскій, Достоевскій, Тургеневъ, Герценъ, Григоровичъ и др.). «Современникъ» для второй половины 50-хъ годовъ дѣлается крупной общественной силой, выразителемъ общественнаго мнѣнія лучшей части русскаго общества. Въ это же время произведенія самого Некрасова становятся чрезвычайно популярными. «Поэтъ-гражданинъ» въ 60—70-ые годы былъ «кумиромъ» молодежи.

Къ тому же времени относятся всѣ лучшія, наиболѣе сильныя стихотворенія и поэмы: «На Волгѣ», «Рыцарь на часъ», «Морозъ-красный носъ», «Русскія женщины», «Кому на Руси жить хорошо». Въ 1866 году изданіе «Современника» было запрещено.

Некрасовъ перешелъ въ «Отечественныя Записки», которыя велъ вмѣстѣ съ Салтыковымъ.

Въ 1877 году, послѣ продолжительной и мучительной болѣзни, Некрасовъ скончался.

Литературная дѣятельность.

Николай Алексѣевичъ Некрасовъ принадлежалъ къ группѣ поэтовъ-народниковъ, ставившихъ совершенно иныя цѣли своей литературной дѣятельности, чѣмъ поэты „чистаго искусства". Главнымъ мотивомъ его творчества были такъ называемые „гражданскіе" мотивы—служеніе общественнымъ интересамъ и стремленіямъ.

Въ стихотвореніи „Муза" Некрасовъ такъ характеризуетъ свою Музу:

«Нѣтъ Музы, ласково поющей и прекрасной,
Не помню надъ собой я пѣсни сладкогласной!
Въ небесной красотѣ, неслышимо, какъ духъ,
Слетая съ высоты, младенческій мой слухъ
Она гармоніи волшебной не учила.

..... рано надо мной отяготѣли узы—
Другой, неласковой и нелюбимой Музы
Печальной спутницы печальныхъ бѣдняковъ,
Рожденныхъ для труда, страданья и оковъ....»

Эта неласковая Муза навѣвала не „сладкіе звуки и молитвы",— она то „вѣчно жаловалась", то „стонала", то разражалась „разгульной пѣснью". Только иногда „порывы жестокости мятежной" смѣнялись тихой, страдальческой тоской и смиреніемъ: „страдалица, поникнувъ головой, „Прощай врагамъ своимъ" шептала надо мной..." Обыкновенно же его слухъ „лелѣяли суровые напѣвы вѣчно плачущей и непонятной дѣвы".

Въ стихотвореніи „Неизвѣстному другу" поэтъ говоритъ о томъ призваніи, которое выпало ему на долю — „воспѣть страданья родины",—и о томъ чувствѣ слабости, недостаточности силы, которое приводило его въ уныніе:

«Я призванъ былъ воспѣть твои страданія», обращается поэтъ къ родинѣ,

«Терпѣньемъ изумляющій народъ,
И бросить хоть единый лучъ сознанья
На путь, которымъ Богъ тебя ведетъ...»

Поэту въ минуты тяжкаго раздумья кажется, что онъ не достигъ своей цѣли, такъ какъ шелъ колеблющимся шагомъ: „И пѣснь моя безслѣдно пролетѣла, и до народа не дошла она!“

Тамъ же, въ другомъ мѣстѣ, поэтъ отдаетъ дань своей „угрюмой Музѣ“, ея честности, искренности:

«Нѣтъ въ тебѣ поэзіи свободной,
Мой суровый, неуклюжій стихъ!
Нѣтъ въ тебѣ творящаго искусства....
Но кипитъ въ тебѣ живая кровь,
Торжествуетъ мстительное чувство,
Догорая, теплится любовь,—
Та любовь, что добрыхъ прославляетъ,
Что клеймитъ злодѣя и глупца
И вѣнкомъ терновымъ надѣляетъ
Беззащитнаго пѣвца!»

О томъ, что переживаетъ поэтъ, посвятившій свою лиру горю народному, говорится въ другомъ стихотвореніи автобіографическаго характера „Рыцарь на часъ“. Некрасовъ вспоминаетъ свою мать „съ неземнымъ выраженьемъ въ очахъ“ и отдаетъ ей себя на судъ, ей, научившей поэта „не робѣть передъ правдой-царицею“:

«Мнѣ не страшны друзей сожалѣнія,
Не обидно враговъ торжество,—
Изреки только слово прощенія
Ты, чистѣйшей любви божество!»

Поэтъ бичуетъ себя за то, что не всегда его „слово“ и „дѣло“ совпадали, онъ исповѣдуется передъ призракомъ матери:

«Я ни въ чемъ середины не зналъ:
Что обходятъ они, хладнокровные,
Я на все безразсудно дерзалъ;
Я не думалъ, что молодость шумная,
Что надменная сила пройдетъ,—
И влекла меня жажда безумная,
Жажда жизни—впередъ и впередъ!
Увлекаемъ безславною битвою,
Сколько разъ я надъ бездной стоялъ,
Поднимался твоею молитвою,
Снова падалъ—и вовсе упалъ!
Выводи на дорогу тернистую—
Разучился ходить я по ней,
Погрузился я въ тину нечистую
Мелкихъ помысловъ, мелкихъ страстей!»

Поэтъ умоляетъ тѣнь матери увести его „въ станъ погибающихъ за великое дѣло любви“. Онъ готовъ смертью доказать, что „въ немъ сердце неробкое билося, что умѣлъ онъ любить!“ Но потомъ снова его охватываетъ сомнѣнье въ силахъ, и онъ съ горечью и злостью восклицаетъ: „Покорись, о ничтожное племя... для дѣла вы мертвы давно; суждены вамъ благіе порывы, но свершить не дано ничего!“ Своимъ настроеніемъ „Рыцарь на часъ“ напоминаетъ „Думу“ Лермонтова, стихомъ, „облитымъ горечью и злостью“, бичевавшую приблизительно то же поколѣніе.

Таковы автобіографическія стихотворенія Некрасова, стихотворенія, въ которыхъ отразились настроенія, переживанія и взгляды поэта на свое призваніе. Оставляя въ сторонѣ лирическія произведенія Некрасова (кстати сказать, отличающіяся большой искренностью и задушевностью), такъ какъ не въ нихъ центръ тяжести

творчества Некрасова, перейдемъ къ стихотвореніямъ, отразившимъ „гражданскую скорбь“ поэта. Они мастерски рисуютъ народный бытъ и вскрываютъ глубокія раны русской жизни въ эпоху крѣпостничества, дикаго произвола и невѣжества. Эти стихотворенія проникнуты горячей любовью къ „униженнымъ и оскорбленнымъ“, къ родинѣ, къ простому народу и вѣрой въ то, что русское крестьянство, убогое, забытое, таитъ въ себѣ нравственныя силы, „неисчислимыя, несокрушимыя“.

Лучшими произведеніями въ указанномъ духѣ являются: „Желѣзная дорога“, „Въ полномъ разгарѣ страда деревенская“, „Кому на Руси жить хорошо“, незаконченная поэма, написанная народнымъ размѣромъ, въ которой Некрасовъ намѣревался изобразить всю русскую жизнь „отъ царскаго дворца до лачуги деревенскаго бобыля“, „Орина, мать солдатская“ и „Морозъ-красный носъ“. Остановимся на двухъ послѣднихъ произведеніяхъ. Въ стихотвореніи „Орина, мать солдатская“ вдова-крестьянка разсказываетъ о смерти своего единственнаго сына, возвратившагося „изъ солдатчины“. Отправился онъ на военную службу здоровымъ, цвѣтущимъ, а вернулся совершенно разбитымъ и тѣломъ и душой.

За душу хватаетъ трогательный разсказъ несчастной матери, на рукахъ у которой умиралъ ея единственный кормилецъ, любимый сынъ. Въ немъ:

«Мало словъ, а горя рѣченька,
Горя рѣченька бездонная!»

Во всѣхъ перечисленныхъ произведеніяхъ особенно много вниманія удѣлено долѣ русской женщины. Въ нихъ Некрасовъ далъ образъ какъ сильной духомъ и стойкой женщины, „красивой и мощной славянки“, типъ уже вымиравшій въ народѣ, такъ и болѣе обычный типъ покорной страдалицы: „Ты вся—воплощенный испугъ, ты вся—вѣковая истома!“

Въ поэмѣ „Морозъ-красный носъ“ описана судьба смѣлой, сильной дѣвушки:

«Лежитъ на ней дѣльности строгой
И внутренней силы печать.
Въ ней ясно и крѣпко сознанье,
Что все ихъ спасенье въ трудѣ...» она,
«Красавица, міру на диво,
Румяна, стройна, высока,
Во всякой одеждѣ красива,
Ко всякой работѣ ловка.
И голодъ, и холодъ выноситъ,
Всегда терпѣлива, ровна...
Я видывалъ, какъ она коситъ:
Что взмахъ,—то готова копна!»
Когда же «сгонитъ улыбка веселья
Съ лица трудовую печать,—
Такого сердечнаго смѣха
И пѣсни такой
За деньги не купишь....»

Дарья, дѣвушка, о которой идетъ рѣчь, вышла замужъ за серьезнаго, трудолюбиваго мужика, бывшаго для нея подходящей парой. Но ихъ счастливая семейная жизнь была рано прервана по волѣ жестокой судьбы: Проклъ тяжко захворалъ и умеръ. Дарья осталась съ малолѣтними дѣтьми. Но она не пала духомъ, сама устроила похороны, сама обрядила покойника-мужа, сама же на

дровняхъ отвезла его на кладбище. Только въ одиночествѣ, въ лѣсу, куда она отправилась, послѣ похоронъ мужа, за дровами Дарья даетъ волю своей скорби.

«Осилило Дарьюшку горе,
И лѣсъ безучастно внималъ,
Какъ стоны лились на просторѣ,
Какъ голосъ рвался и дрожалъ...
Великое горе вдовицы
И матери малыхъ сиротъ
Узнали лишь вольныя птицы,
Но выдать не смѣли въ народъ»

Въ это время морозъ, и безъ того крѣпкій, усиливается, и Дарья, предавшись горькимъ мыслямъ о своей потерѣ, о предстоящей тяжкой долѣ и воспоминаніямъ о быломъ счастьѣ, начинаетъ замерзать. Воевода-Морозъ переноситъ Дарью въ царство грезъ, говоритъ ей ласковыя рѣчи, ей кажется, что она видитъ Прокла, что онъ цѣлуетъ ее. Дарья умираетъ.

Данный поэтомъ въ заключеніе образъ сказочнаго воеводы-Мороза, вложенныя въ его уста рѣчи,—все это отличается поразительной художественностью, яркостью; сами стихи пріобрѣтаютъ здѣсь у Некрасова особенную звучность.

«Не вѣтеръ бушуетъ надъ боромъ,
Не съ горъ побѣжали ручьи,—
Морозъ-воевода дозоромъ
Обходитъ владѣнья свои.
Глядитъ, хорошо ли мятели
Лѣсныя тропы занесли,
И нѣтъ ли гдѣ трещины, щели,
И нѣтъ ли гдѣ голой земли?
Пушисты ли сосенъ вершины,
Красивъ ли узоръ на дубахъ?
И крѣпко ли скованы льдины
Въ великихъ и малыхъ водахъ?....
—Вглядись, молодица, смѣлѣе,
Каковъ воевода-Морозъ!
Наврядъ тебѣ парня сильнѣе
И краше видать привелось!
Мятели, снѣга и туманы
Покорны морозу всегда;
Пойду на моря-океаны—
Построю дворцы изо льда....
Богатъ я, казны не считаю,
А все не скудѣетъ добро;
Я царство свое убираю
Въ алмазы, жемчугъ, серебро.
Войди въ мое царство со мною,
И будь ты царицею въ немъ!
Поцарствуемъ славно зимою,
А лѣтомъ глубоко уснемъ».

Объ этомъ прекрасномъ произведеніи Некрасова одинъ французскій критикъ сказалъ: „самое эпическое произведеніе современной поэзіи“.

Въ поэмѣ „Русскія женщины“ также выведены образы „величавыхъ славянокъ“, но изъ другой среды. Въ ней изображены жены декабристовъ—княгиня Трубецкая и княгиня Волконская. Когда ихъ мужья были сосланы въ далекую и дикую Сибирь, онѣ не побоялись слѣдовать за ними, раздѣлить съ ними горе. Эти сильныя женщины стойко переносили тяжелую жизнь въ ссылкѣ и даже поддерживали своею бодростью тѣхъ, кто падалъ духомъ. Такая сила духа въ особенности поражала въ людяхъ, привыкшихъ къ самымъ лучшимъ условіямъ жизни.

Физика.

АКУСТИКА

(ученіе о звукѣ).

236. Предварительное понятіе; дрожаніе звучащаго тѣла.

Звукомъ называется *ощущеніе, воспринимаемое нашимъ органомъ слуха*. Часть физики, изучающая *внѣшнія причины* звуковыхъ явленій, называется **акустикой**. Наблюденіе и опытъ привели къ тому заключенію, что для возникновенія звука необходимо: во-1-хъ, существованіе *звучащаго тѣла* и, во-2-хъ, существованіе *матеріальной среды*, способной передавать звукъ. Всякое тѣло можетъ быть звучащимъ, для чего необходимо привести его въ особаго рода *дрожаніе* (*вибрированіе*). Колебанія звучащаго тѣла хорошо замѣтны, напр., при звучаніи натянутой между точками „*a*" и „*b*" струны (рис. 394), которая, будучи приподнята (до положенія „*amb*"), вслѣдствіе упругости стремится прійти въ первоначальное положеніе, но по инерціи доходитъ до положенія „*anb*", отсюда—возвращается назадъ; и такимъ образомъ дрожитъ (вибрируетъ); точно также почти замѣтно дрожаніе ножки каммертона. При движеніи всего тѣла движется и каждая его частица взадъ и впередъ между *опредѣленными предѣлами*; разстояніе между этими предѣлами (напр., между точками „*m*" и „*n*"—рис. 394) называется **амплитудой колебанія**; время же, въ теченіе котораго частица проходитъ разстояніе отъ „*n*" до „*m*" и возвращается обратно въ „*n*", называется **періодомъ (продолжительностью) полнаго колебанія**.

Рис. 394.

Необходимость существованія матеріальной среды между звучащимъ тѣломъ и ухомъ доказывается очень простымъ опытомъ: подъ колоколъ воздушнаго насоса ставятъ звенящій колокольчикъ (будильникъ) и выкачиваютъ изъ-подъ колокола воздухъ; какъ только воздухъ будетъ достаточно разрѣженъ, звукъ колокольчика настолько ослабѣетъ, что не будетъ слышенъ [1]).

---

[1]) Для удачи опыта колокольчикъ ставятъ на что-либо мягкое (подушку, вату), чтобы звукъ не передавался наружу черезъ деревянную подставку.

Звукъ передается не только черезъ воздухъ, но и всякую *упругую* среду; такъ, водолазы подъ водой слышатъ все происходящее на берегу; царапаніе перомъ по одному концу длиннаго деревяннаго шеста явственно слышно приложившему ухо къ другому концу шеста; между тѣмъ непосредственно черезъ воздухъ шелестъ отъ царапанья не слышенъ.

237. Распространеніе звука.

Итакъ, звукъ *возникаетъ* при *вибрированіи* тѣла въ упругой средѣ. Какъ же эта среда *распространяетъ*, передаетъ звукъ? Разсмотримъ сначала простѣйшій случай — случай распространенія звука въ одномъ направленіи. Пусть въ длинномъ цилиндрѣ „MN“ (рис. 395) пластинка „a“ движется взадъ и впередъ до положенія „a^1“ (II), затѣмъ обратно въ положеніе „a“ (III) и т. д. Двигаясь впередъ (къ положенію a^1), пластинка сжимаетъ близъ лежащіе

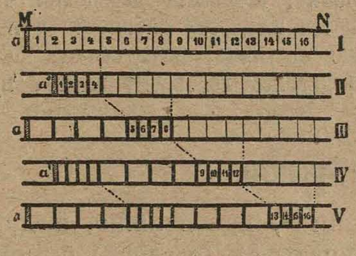


Рис. 395.

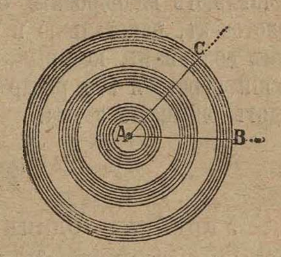


Рис. 396.

слои воздуха (схема II-ая); отъ этого упругость этихъ слоевъ увеличивается, и потому, когда пластинка возвращается къ своему первоначальному положенію (схема III-ая), сгущенные слои воздуха сильно расширяются, давятъ на сосѣдніе слои воздуха и сжимаютъ ихъ; когда пластинка „a“ вновь идетъ впередъ, слои 5, 6, 7 и 8-ой уже начинаютъ расширяться (схема IV-ая) и сжимать слѣдующіе (9, 10, 11 и 12-ый) слои воздуха; въ то же время пластинка вновь сжимаетъ первые (1, 2, 3 и 4-ой) слои съ тѣмъ, чтобы по возвращеніи къ первоначальному положенію сжатіе этихъ слоевъ передалось дальше. Такимъ образомъ, послѣ 1-го полнаго колебанія пластинки взадъ и впередъ состояніе слоевъ воздуха въ цилиндрѣ будетъ такое, какое схематически изображено на чертежѣ III рисунка 395-го, т.-е. въ воздухѣ, наполняющемъ цилиндръ, за пластинкой „a“ произойдетъ на нѣкоторомъ пространствѣ *разрѣженіе*, за которымъ слѣдуетъ *сгущеніе*; при вторичномъ полномъ колебаніи пластинки „a“ произойдутъ новыя *«сгущеніе и разрѣженіе»*, между тѣмъ какъ прежнія передадутся дальше. *Сгущенный и разрѣженный слои вмѣстѣ называются* **звуковой волной**; *разстояніе между двумя послѣдовательными сгущеніями или разрѣженіями называется* **длиною волны**. Частицы волны, очевидно, движутся по направленію цилиндра въ сгущенной части—впередъ, а въ разрѣженной — назадъ. Если какое-нибудь тѣло „A“ (рис. 396) вибрируетъ въ

открытомъ пространствѣ, то колебанія частицъ воздуха будутъ распространяться не по одному, какъ въ цилиндрѣ, а по всѣмъ направленіямъ, вслѣдствіе чего звуковыя волны образуются вокругъ тѣла въ видѣ концентрическихъ круговъ (рис. 396), и потому онѣ называются *сферическими звуковыми волнами*.

238. Возникновеніе звукового ощущенія; ухо.

Звуковыя волны, достигая *органа слуха*, производятъ въ немъ ощущеніе звука благодаря слѣдующему. Органъ слуха дѣлится на три части: 1) *наружное ухо*—раковина, отъ которой идетъ *слуховой каналъ*, оканчивающійся *барабанной перепонкой;* 2) *среднее ухо*—полость, въ которой находятся три небольшія косточки, называемыя—*молоточкомъ, наковальней* и *стремячкомъ;* молоточекъ соединенъ съ барабанной перепонкой, а стремячко опирается на такъ называемое *овальное окно*, ведущее въ 3) *внутреннее ухо* (*лабиринтъ*), состоящее изъ каналовъ, наполненныхъ особой жидкостью. Во внутреннемъ ухѣ находятся концы такъ называемыхъ *кортіевыхъ волоконъ слухового* (*акустическаго*) *нерва*. Звуковыя волны, передаваясь черезъ раковину воздуху слухового канала, заставляютъ вибрировать барабанную перепонку; колебанія перепонки черезъ молоточекъ, наковальню и стремячко передаются жидкости лабиринта и кортіевымъ волокнамъ, которыя, колеблясь подобно струнамъ, раздражаютъ акустическій нервъ; и эти раздраженія нерва, передаваясь головному мозгу, производятъ ощущеніе звука.

239. Узлы и пучности.

Укрѣпимъ одинъ конецъ веревки [1]) неподвижно, а другой возьмемъ въ руку [2]), и будемъ сообщать ей (веревкѣ) быстрымъ опусканіемъ и подниманіемъ кисти руки внизъ и вверхъ колебательное движеніе; окажется, что веревка раздѣлится на нѣсколько равныхъ частей, каждая изъ которыхъ совершаетъ свои собственныя колебанія; части эти отдѣляются другъ отъ друга *неподвижными точками* („*a*“ и „*b*“—рис. 397) и представляются, благодаря скорости колебаній, утолщеніями. Неподвижныя точки веревки называются **узловыми точками**, или **узлами**, а колеблящіяся части — **пучностями**. Наблюденіе и опытъ показали, что узлы и пучности имѣются и въ колеблящейся струнѣ: струна, колеблясь, какъ цѣлое, въ то же время раздѣляется на нѣсколько равныхъ частей, каждая изъ которыхъ, участвуя въ общемъ колебательномъ движеніи струны, совершаетъ и свои особыя колебанія; всѣ эти колебанія, сочетаясь вмѣстѣ, дѣлаютъ форму колеблящейся струны очень сложной. Для того, чтобы убѣдиться на опытѣ въ колебаніи частей струны, произведемъ слѣдующій опытъ. Къ мѣсту „*N*“, отдѣляющему четверть натянутой струны *AB* (рис. 398), коснемся пальцемъ и смычкомъ будемъ проводить какъ разъ по серединѣ отдѣленной части „*AB*“; прикосновеніемъ пальца мы устраняемъ колебаніе

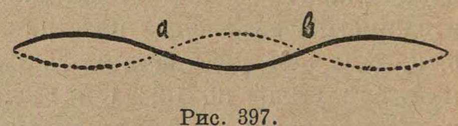


Рис. 397.

[1]) или тонкой проволоки, или каучуковой трубки и т. под.

[2]) при этомъ не надо сильно натягивать веревки.

всей струны въ цѣломъ, остаются только колебанія ея частей (въ данномъ случаѣ—четвертей); въ точкахъ N' и N'', отдѣляющихъ четверти струны, повѣсимъ бумажныя полоски, согнутыя угломъ; такія же бумажки повѣсимъ и въ другихъ мѣстахъ струны, напр., въ V, V' и V''. Оказывается что при проведеніи смычкомъ по указанному мѣсту (см. рис.) бумажки въ точкахъ N' и N'' остаются все

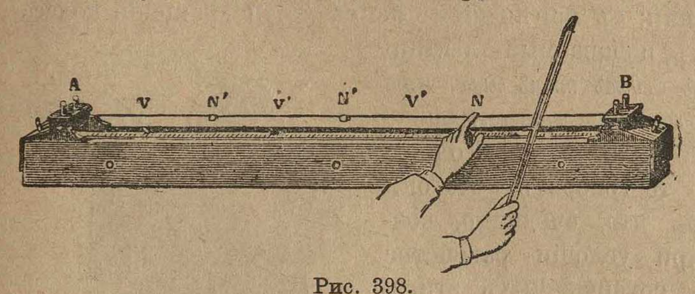


Рис. 398.

время неподвижными, въ точкахъ же V, V' и V'' начинаютъ подскакивать и вскорѣ совсѣмъ соскакиваютъ; ясно, что точки N' и N'' остаются неподвижными, т.-е. являются *узлами*, тогда какъ прочія точки вибрируютъ (т.-е. образуютъ пучности) и потому сбрасываютъ бумажки [1]).

Опытъ нѣмецкаго физика *Хладни*, описываемый ниже, показываетъ, что и *пластинка* можетъ дрожать частями, такъ что *каждыя двѣ смежныя части колеблятся въ противоположныя стороны*, т.-е. образуютъ *пучности*, *линіи же, ихъ разграничивающія, остаются въ покоѣ* и потому называются *узловыми линіями*. Стеклянную пластинку укрѣпимъ въ какой-нибудь точкѣ помощью деревяннаго зажима (рис. 399) и, посыпавъ ее мелкимъ сухимъ пескомъ, прове-

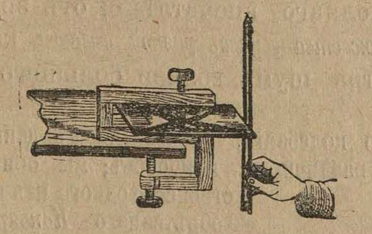


Рис. 399.

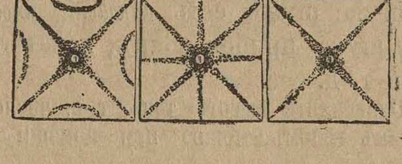


Рис. 400.

демъ по краю смычкомъ; при этомъ части пластинки будутъ колебаться, и песокъ, соскакивая съ нихъ, будетъ собираться на *узловыхъ линіяхъ* (отдѣляющихъ другъ отъ друга колеблящіяся части), образуя разныя **фигуры** (рис. 400), называемыя **хладніевыми**; видъ этихъ фигуръ весьма разнообразенъ и зависитъ отъ мѣста укрѣпленія пластинки, ея формы, упругости, характера звука и нѣкоторыхъ другихъ причинъ.

240. Тонъ и шумъ; опредѣленіе высоты тона.

Звуковыя ощущенія, воспринимаемыя слухомъ, очень разнообразны; ихъ дѣлятъ прежде всего на **музыкальные** звуки, или **тоны** и **шумы**. **Тономъ** *называютъ длящійся звукъ, имѣющій опредѣленную высоту*. Высота зависитъ отъ быстроты колебанія звучащаго тѣла. Чѣмъ *быстрѣй* тѣло колеблется, тѣмъ тонъ *выше*, и обратно; такъ, натягивая все болѣе и болѣе струну, мы замѣчаемъ, что она отъ удара приходитъ все въ болѣе быстрое колебаніе и издаетъ звукъ, все болѣе

[1]) Отдѣливъ пальцемъ $^1/_6$, $^1/_5$ и вообще любую часть струны, точно также убѣдимся въ вибрированіи именно этихъ частей струны.

повышающійся. Если вращающееся зубчатое колесо (рис. 401), задѣвая зубцами металлическую пластинку, колеблетъ ее, то тонъ, ею издаваемый, остается неизмѣннымъ, пока не измѣняется быстрота вращенія колеса, а значитъ, остается неизмѣнной и быстрота колебанія пластинки; съ измѣненіемъ же скорости вращенія колеса измѣняется и тонъ, издаваемый пластинкой. Итакъ, *тонъ будетъ тѣмъ выше, чѣмъ больше колебаній совершаетъ звучащее тѣло въ одну секунду*. Когда тѣла издаютъ одинъ и тотъ же тонъ, то говорятъ, что они *звучатъ въ* **унисонъ**, что, очевидно, возможно лишь при условіи равенства числа колебаній, совершаемыхъ этими тѣлами въ 1 секунду. Нашъ слухъ не воспринимаетъ ни слишкомъ высокихъ, ни слишкомъ низкихъ тоновъ, т.-е. ухо перестаетъ слышать тонъ, если число колебаній больше 40.000 или меньше 16 въ секунду. Въ музыкѣ употребляются тона не выше 4.500 колебаній, такъ какъ очень высокіе звуки по своей рѣзкости непріятны.

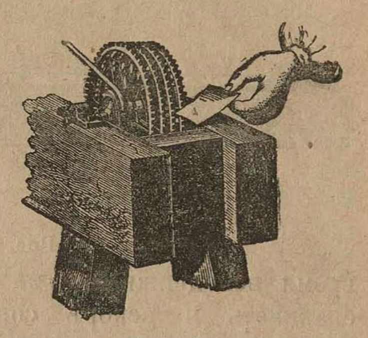


Рис. 401.

Шумомъ [1]) *называется звукъ, высоты котораго ухо не можетъ опредѣлить*. Это бываетъ иногда отъ *чрезмѣрной краткости звука*, какъ, напр., при взрывѣ пороха, ударѣ двухъ тѣлъ другъ о друга и т. д., такъ что ухо не успѣваетъ получить полнаго впечатлѣнія отъ звука. Иногда же шумъ есть *смѣшеніе множества звуковъ разной высоты*, какъ, напр., шумъ прибоя волнъ, вой вѣтра, шумъ вблизи большого города и т. д.

Опредѣлить высоту тона, т.-е. число колебаній, производимыхъ даннымъ звучащимъ тѣломъ, можно при помощи различныхъ приборовъ; мы опишемъ устройство одного изъ нихъ, изобрѣтеннаго *Коньяръ-де-Латуромъ* и называемаго *сиреною* [2]) (рис. 402: слѣва—внѣшній видъ, справа—разрѣзъ). «*A*»—металлическая коробка, въ которую черезъ отверстіе «*C*» вдувается мѣхами воздухъ. Въ верхней крышкѣ этой коробки сдѣланъ рядъ отверстій, расположенныхъ по окружности; на оси *FD* движется массивный кружокъ «*BB*»; въ немъ сдѣлано столько же отверстій и на такомъ же разстоя-

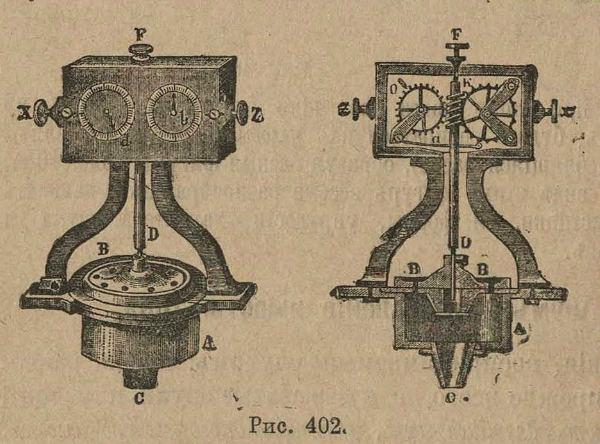


Рис. 402.

[1]) Слѣдуетъ замѣтить, что понятіе «шумъ» только относительно, такъ какъ часто лица съ развитымъ слухомъ различаютъ въ шумѣ опредѣленные тона.

[2]) Этотъ приборъ значительно сложнѣе другихъ, предназначенныхъ для той же цѣли, но онъ наиболѣе пригоденъ и потому наиболѣе употребителенъ.

нiи другъ отъ друга, какъ и въ крышкѣ коробки «*A*» [1]); всѣ отверстiя, или вѣрнѣй, каналы, будучи перпендикулярны къ радiусамъ окружностей, по которымъ они расположены, въ то же время наклонны къ плоскости крышки и кружка «*BB*», какъ это показано на рисункѣ 403-омъ (см. букву «*m*»), т.-е. верхнiя отверстiя наклонны въ противоположную сторону съ нижними. Воздухъ, вгоняемый мѣхами въ коробку «*A*», стремится выйти черезъ отверстiя крышки, при этомъ онъ получаетъ наклонное направленiе и, ударяясь въ стѣнки отверстiй кружка «*BB*», заставляетъ его вращаться; скорость вращенiя постепенно увеличивается, и сирена начинаетъ издавать звукъ, все болѣе и болѣе возвышающiйся. Звукъ происходитъ, очевидно, отъ того, что воздухъ изъ коробки «*A*», свободно выходя въ тотъ моментъ, когда отверстiя кружка «*BB*» и крышки коробки «*A*» совпадаютъ, не можетъ выйти, когда такого совпаденiя нѣтъ; между тѣмъ при вращенiи кружка «*BB*» «совпаденiе» и «несовпаденiе» отверстiй чередуются; при выходѣ изъ отверстiй струи сгущеннаго мѣхами воздуха, возлѣ кружка «*BB*» образуется сгущенiе, вслѣдъ за которымъ тотчасъ же происходитъ разрѣженiе; чѣмъ быстрѣй вращается кружокъ «*BB*», тѣмъ чаще происходитъ смѣна сгущенiй разрѣженiями, т.-е. тѣмъ больше звуковыхъ волнъ происходитъ въ секунду, а значитъ, тѣмъ выше тонъ. Количество звуковыхъ волнъ легко опредѣлить, зная число отверстiй крышки, такъ какъ при полномъ оборотѣ кружка «*BB*» истеченiе воздуха начинается и прекращается столько разъ, сколько въ крышкѣ коробки «*A*» отверстiй. Число же оборотовъ автоматически отсчитывается помощью механизма колесъ «*O*» и «*K*», вращаемыхъ при вращенiи оси «*FD*» вмѣстѣ съ кружкомъ «*BB*», при чемъ число сотенъ оборотовъ указывается стрѣлкой «*d*», а число десятковъ и единицъ—стрѣлкой «*b*»; помощью винтовъ «*г*» и «*x*» этотъ механизмъ (отсчитывающiй число оборотовъ кружка «*BB*») можно произвольно остановить или пустить въ дѣйствiе.

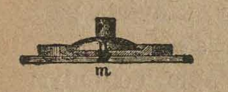


Рис. 403.

Для опредѣленiя помощью сирены числа колебанiй, т.-е. числа воздушныхъ волнъ, порождаемыхъ даннымъ звучащимъ тѣломъ въ секунду, стрѣлки «*d*» и «*b*» ставятъ на 0 (нуль) и, не приводя еще въ дѣйствiе механизма, отсчитывающаго число оборотовъ кружка «*BB*», начинаютъ вдувать въ отверстiе «*C*» воздухъ; постепенно звукъ, издаваемый сиреной, становится все выше и выше. и когда онъ будетъ звучать въ *унисонъ* съ струною (или другимъ испытуемымъ звучащимъ тѣломъ), то, нажимая болѣе или менѣе сильнѣе на мѣхи, поддерживаютъ звукъ на одной высотѣ; при этомъ пускаютъ въ ходъ отсчитывающiй механизмъ, замѣтя точно по хронометру моментъ начала его дѣйствiя; по прошествiи нѣсколькихъ минутъ останавливаютъ механизмъ. Пусть, онъ дѣйствовалъ 3 минуты, т.-е. 180 секундъ, стрѣлки показываютъ, что кружокъ «*BB*» сдѣлалъ за это время 4.500 оборотовъ, и въ крышкѣ «*A*»—18 отверстiй; значитъ, одинъ полный оборотъ кружка «*BB*» порождаетъ 18 воздушныхъ волнъ, а 4.500 оборотовъ породятъ: $4.500 \times 18 = 81.000$ оборотовъ; слѣдовательно, число колебанiй сирены въ 1 секунду $= 81.000 : 180 = 450$ колебанiямъ, а такъ какъ струна звучитъ въ унисонъ сиренъ, то, слѣдовательно, число ея колебанiй также равно 450.

241. Сила и скорость звука; длина звуковой волны.

Подъ **силой** звука понимаютъ его *громкость;* такъ, болѣе сильный ударъ клавиши вызываетъ болѣе сильный, т.-е. громкiй звукъ. Сила звука подчиняется слѣдующимъ законамъ: 1) *Сила звука тѣмъ больше, чѣмъ больше амплитуда колебанiя частицъ звучащаго тѣла*; поэтому

[1]) Такъ что, если одно изъ отверстiй кружка «*BB*» стоитъ прямо надъ однимъ изъ отверстiй крышки коробки «*A*», то совпадаютъ другъ съ другомъ и всѣ остальныя отверстiя.

любой звукъ постепенно затихаетъ (ослабляется), такъ какъ уменьшается размахъ его частицъ; между тѣмъ высота звука остается неизмѣнной, такъ какъ число колебаній въ 1 секунду остается прежнимъ. 2) *Сила звука тѣмъ больше, чѣмъ плотнѣй среда, въ которой онъ распространяется*; такъ, выстрѣлъ въ равнинѣ гораздо громче выстрѣла на высокой горѣ, такъ какъ на горахъ воздухъ очень разрѣженъ. 3) *Сила звука тѣмъ больше, чѣмъ больше поверхность звучащаго тѣла*, такъ какъ большая поверхность приводитъ въ колебаніе большую массу воздуха, а это усиливаетъ звукъ, 4) *Сила звука въ какой-нибуд точкѣ пространства обратно-пропорціональна квадрату разстоянія этой точки отъ звучащаго тѣла, если звукъ распространяется во всѣ стороны отъ звучащаго тѣла*, такъ какъ тогда образуются сферическія звуковыя волны и, значитъ, *масса* каждой послѣдующей волны болѣе массы предыдущихъ, вслѣдствіе чего размахи колебанія частицъ каждой послѣдующей волны уменьшаются, и звукъ значительно ослабляется. *Если же звукъ распространяется въ одномъ направленіи*, напр., по трубѣ, *то звукъ почти совсѣмъ не ослабляется*, такъ какъ каждый слой воздуха приводитъ въ дрожаніе сосѣдній слой равной ему массы; значитъ, размахи частицъ всѣхъ слоевъ должны быть одинаковы. Этимъ пользуются для устройства *акустическихъ телеграфовъ*, для чего, напр., верхній и нижній этажи соединяютъ трубой; слова, произносимыя въ одинъ конецъ ея, ясно слышны въ другомъ.

Такъ какъ звуковыя колебанія распространяются равномѣрно, то **скоростью** *звука называютъ разстояніе, на которое распространяются въ данной средѣ звуковыя волны въ 1 секунду*. Мы слышимъ звукъ не въ тотъ самый моментъ, когда онъ происходитъ, а черезъ нѣкоторое время, въ теченіе котораго колебанія воздуха успѣютъ пройти разстояніе отъ звучащаго предмета до нашего уха; такъ, хотя молнія и громъ возникаютъ въ одинъ моментъ, мы раньше видимъ молнію и только черезъ нѣкоторое время слышимъ звукъ грома. Скорость звука опредѣляется такъ: наблюдатели помѣщаются на равнинѣ въ двухъ мѣстахъ, разстояніе которыхъ другъ отъ друга заранѣе точно измѣрено; въ одномъ изъ этихъ мѣстъ производится выстрѣлъ изъ пушки, а въ другомъ по хронометру замѣчаютъ время, протекающее отъ момента появленія свѣта до того момента, когда слышенъ звукъ; такъ какъ свѣтъ проходитъ почти мгновенно сравнительно небольшое разстояніе между наблюдателями, то, оче видно, для опредѣленія скорости звука достаточно разстояніе, отдѣлявшее наблюдателей, раздѣлить на число найденныхъ секундъ, затраченныхъ звукомъ на прохожденіе этого разстоянія. Изъ ряда такихъ опытовъ было найдено, что *скорость звука въ воздухѣ при 0° равна* **330** *метрамъ въ секунду*. Съ повышеніемъ температуры воздуха скорость звука увеличивается; далѣе, скорость звука, увеличиваясь попутнымъ вѣтромъ, уменьшается при противномъ (вѣтрѣ). *Колодонъ и Штурмъ* опредѣлили скорость звука въ водѣ[1]). Они расположили два корабля на большомъ, предварительно измѣренномъ

[1]) На Женевскомъ озерѣ въ 1827 году.

разстояніи другъ отъ друга; съ одного былъ спущенъ въ воду колоколъ и молотъ „*m*“ (рис. 404), а съ другого—слуховая трубка „*oc*“; одновременно съ ударомъ молота по колоколу на первомъ суднѣ производили свѣтовой сигналъ, на второмъ же замѣчали

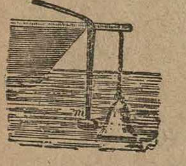


Рис. 404.

время отъ момента появленія свѣтового сигнала до того мгновенія, когда въ трубку „*oc*“ слышенъ звукъ; затѣмъ, разстояніе между кораблями дѣлили на найденное число секундъ. Оказалось, что *скорость звука въ водѣ равна* **1435** *метрамъ въ 1 секунду* [1]). Въ твердыхъ тѣлахъ скорость звука еще больше, такъ какъ упругость ихъ значительно больше.

Зная скорость звука и число колебаній въ секунду, легко опредѣлить длину звуковой волны. Пусть длина ея—„λ“, скорость звука—„v“ и число колебаній въ 1 секунду—„n“; длина одной волны—λ, длина же „n“ волнъ, производимыхъ „n“ колебаніями, будетъ равна $\lambda \cdot n$; это и будетъ разстояніе, проходимое звукомъ въ 1 секунду, т.-е. это будетъ скорость звука; слѣдовательно, $\lambda \cdot n = v$, откуда опредѣляемъ, что

$$\lambda = \frac{v}{n}.$$

Значитъ, *длина волны тѣмъ болѣе, чѣмъ больше скорость звука* [2]) *и чѣмъ меньше число колебаній въ секунду* [2]).

242. Отраженіе звука; эхо.

Если звуковыя волны, распространяясь въ воздухѣ, встрѣчаютъ препятствіе, напр., стѣну, то онѣ измѣняютъ свое направленіе, отскакивая отъ препятствія; это явленіе и называется **отраженіемъ** *звука*. Отраженіе звука подчиняется двумъ законамъ [3]): 1) **уголъ паденія** *ABD* (рис. 405), образуемый *лучомъ* звука *AB* съ перпендикуляромъ „*DB*“ къ поверхности „*NM*“, отражающей звукъ, **равенъ углу отраженія** *CBD*, образованному этимъ перпендикуляромъ „*BD*“ съ направленіемъ отраженнаго луча „*CB*“; 2) **лучъ падающій (AB) и лучъ отраженный (BC) лежатъ въ одной плоскости съ перпендикуляромъ (BД) къ отражающей поверхности.** На опытѣ эти законы можно провѣрить при помощи сферическихъ зеркалъ, поставленныхъ одно противъ другого, какъ это показано на рис. 406: въ фокусѣ [4]) одного зеркала помѣщаютъ карманные часы, ихъ тиканіе будетъ явственно слышно наблюдателю, ухо котораго находится въ *фокусѣ* другого зеркала, въ то время какъ во всѣхъ другихъ положеніяхъ наблюдатель не будетъ слышать звука. Объ-

---

[1]) Т.-е. въ $4\frac{1}{2}$ раза болѣе скорости звука въ воздухѣ.

[2]) При прочихъ разныхъ условіяхъ.

[3]) Эти законы одинаковы съ законами отраженія свѣта и будутъ подробнѣй изложены при изученіи свѣта.

[4]) Этотъ опытъ вполнѣ станетъ ясенъ и мы къ нему еще вернемся, когда будемъ изучать законы отраженія свѣта.

ясняется это тѣмъ, что звуковые лучи отъ часовъ, попадая на первое зеркало, отражаются отъ него (ходъ лучей показанъ на

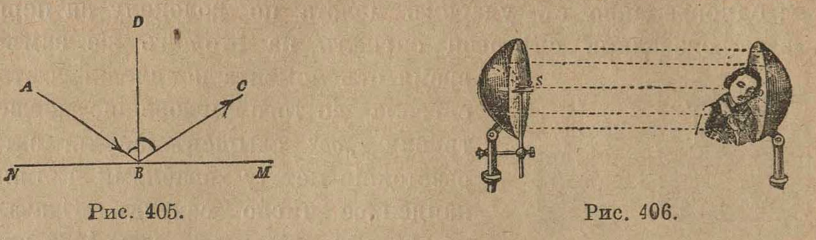


Рис. 405. Рис. 406.

рисункѣ) пучкомъ параллельныхъ лучей, которые, попавъ на второе зеркало, отражаются отъ него и *собираются* въ его фокусѣ, такъ что въ немъ какъ бы собирается весь звукъ отъ хода часовъ. На отраженіи основано устройство **рупора** — разговорной трубы, представляющей собой конусъ (рис. 407), расширяющійся на одномъ концѣ; звукъ говорящаго благодаря такому устройству не разсѣивается въ воздухѣ, а отражается стѣнками рупора и идетъ по одному направленію, вслѣдствіе чего значительно усиливается.

Отраженіемъ звука объясняется существованіе *эхо*. Если мы произносимъ звукъ вдали отъ отражающей поверхности, положимъ, на разстояніи 400 метровъ отъ нея, то звуковая волна дойдетъ до препятствія въ $1^1/_5$ [1]) секунды и, отразившись, будетъ итти обратно столько же, т.-е. вернется къ намъ черезъ $2^2/_5$ секунды: ясно, что мы воспримемъ

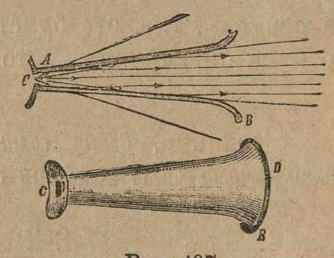


Рис. 407.

не только звукъ, исходящій непосредственно отъ звучащаго тѣла, но и звукъ, отраженный отъ далекаго препятствія, напр., скалы, горы,—звукъ, пришедшій къ намъ черезъ 2 секунды. Если разстояніе до отражающей поверхности ближе, то мы услышимъ эхо скорѣе. Если есть нѣсколько отражающихъ поверхностей, то мы услышимъ нѣсколько эхо одного и того же звука [2]). Если отражающая поверхность очень близка (напр., стѣны въ комнатѣ), то отраженный звукъ проходитъ такъ скоро послѣ звука, полученнаго непосредственно отъ звучащаго тѣла, что эхо не получается, а только удлиняется и усиливается непосредственный звукъ; вотъ почему звуки въ закрытыхъ помѣщеніяхъ громче, чѣмъ на открытомъ воздухѣ. Мягкіе предметы почти совершенно не отражаютъ звуковъ.

243. Интерференція звука.

Интерференціей звука называется усиленіе или ослабленіе (уничтоженіе) звука вслѣдствіе взаимодѣйствія сталкивающихся звуковыхъ волнъ. Для объясненія интерференціи звука положимъ, что отъ двухъ звучащихъ въ унисонъ тѣлъ *A* и *B* (рис. 408), расположенныхъ недалеко другъ отъ друга, идутъ равной

[1]) Числа, конечно, только приблизительны.

[2]) Близъ Кобленца есть мѣсто, гдѣ эхо повторяется до 17 разъ.

силы звуковыя волны, и пусть онѣ сойдутся (столкнутся) въ точкѣ «C»; при этомъ можетъ случиться такъ, что *сгущенная* часть волны, идущей отъ A, достигнетъ точки C какъ разъ въ то самое мгновеніе, когда этой точки достигнетъ *разрѣженная* часть волны, идущей отъ B; тогда точка «C», находясь подъ вліяніемъ взаимно-уравновѣшивающихся противоположныхъ силъ, останется въ покоѣ, и *звука въ ней не будетъ слышно* (или онъ очень ослабляется); то же произойдетъ, если, наоборотъ, *разрѣженная* часть волны отъ A столкнется въ точкѣ «C» съ *сгущенной* частью волны отъ B. Такое явленіе, очевидно, произойдетъ только тогда, когда разность между разстояніемъ AC и BC равна $^1/_2$ волны, или $1^1/_2$ волнамъ, или $2^1/_2$ волнамъ и т. д., т.-е. когда *разность равна нечетному числу полуволнъ*. Но возможно (при равенствѣ разстояній AC и BC, или при разности между ними *на четное число полуволнъ*), что точки «C» *одновременно* достигаютъ разрѣженныя или сгущенныя части волнъ, идущихъ отъ A и B; тогда движеніе (размахъ) точки «C» усиливается отъ со-

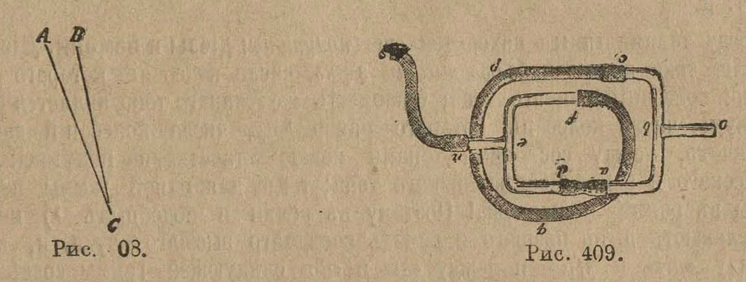


Рис. 08. Рис. 409.

вмѣстнаго одинаковаго дѣйствія двухъ волнъ, и потому *звукъ усиливается*. На опытѣ легко провѣрить явленіе интерференціи звука при помощи очень простого прибора, состоящаго изъ стеклянныхъ и резиновыхъ трубокъ (рис. 409); звуковыя волны [1]), входя въ трубку «sn», раздѣляются въ точкѣ «e» и идутъ по вѣтвямъ «edb» и «$efaqpcb$» неравной длины; далѣе звуковыя волны обѣихъ вѣтвей встрѣчаются въ точкѣ «b» и по трубкѣ «bo» идутъ въ ухо. Если одна вѣтвь длиннѣй другой на половину [2]) волны (производимой камертономъ), то въ точкѣ «b» встрѣчается разрѣженная часть одной волны съ сгущенною частью другой, и звука не слышно; если, зажавъ рукой трубку «qp», уничтожить тѣмъ причину интерференціи, то (уху, прислоненному къ концу «o» трубки «ob») звукъ становится слышенъ.

244. Музыкальная гамма; гармонія и диссонансъ.

Въ современной музыкѣ употребляютъ не всѣ тоны, а только такіе, которые, будучи произведены послѣдовательно, повышаясь или понижаясь, создаютъ у насъ пріятное впечатлѣніе. *Рядъ послѣдовательно повышающихся тоновъ составляетъ* **гамму**. Для того, чтобы тоны гаммы въ своей послѣдовательности производили на слухъ пріятное впечатлѣніе, необходимо, чтобы между числами колебаній, совершаемыхъ каждымъ изъ тоновъ гаммы, были опредѣленныя простыя отношенія [3]). Въ современной, такъ называемой *діатонической гаммѣ* основныхъ тоновъ семь: *do*, *re*, *mi*, *fa*, *sol*, *la* и *si*. Если число колебаній тона «*do*» принять за одну единицу, то числа колебаній другихъ тоновъ выразятся [4]) такъ:

Тоны	*do*,	*re*,	*mi*,	*fa*,	*sol*,	*la*,	*si*.
Число колебаній .	1,	$^9/_8$,	$^5/_4$,	$^4/_3$,	$^3/_2$,	$^5/_3$,	$^{15}/_8$.

---

[1]) Допустимъ, что онѣ производятся звучащимъ камертономъ, помѣщеннымъ передъ трубкой «sn».

[2]) или вообще на нечетное число полуволнъ.

[3]) Причина такой необходимости не выяснена; но на опытѣ установлено, что внѣ этого условія не можетъ быть пріятнаго впечатлѣнія для слуха.

[4]) Ихъ легко опредѣлить помощью сирены.

Если число колебаній начальнаго «*do*» удвоить, то получится тотъ же тонъ «*do*», но **октавой** *выше*, и, начиная съ него, идутъ тѣ же тоны — *re*, *mi* и т. д. слѣдующей октавы. При уменьшеніи числа колебаній вдвое, втрое, вчетверо и т. д. получаются соотвѣтствующіе тоны одной, двумя и т. д. октавами ниже. Опредѣливъ помощью сирены абсолютное число колебаній какого-нибудь тона, мы безъ труда опредѣлимъ изъ вышеприведенныхъ отношеній абсолютныя числа колебаній прочихъ тоновъ. Нормальный камертонъ, дающій тонъ *la*, совершаетъ въ 1 секунду **435** *колебаній*; отсюда, для остальныхъ тоновъ найдемъ слѣдующія числа колебаній:

Тоны	*do*,	*re*,	*mi*,	*fa*,	*sol*,	*la*,	*si*.
Числа колебаній .	261,	$293^5/_8$,	$326^1/_4$,	348,	$391^1/_2$,	435,	$489^3/_8$.

Отношеніе числа колебаній болѣе высокаго тона къ числу колебаній болѣе низкаго тона называется **интерваломъ**; такъ, интервалъ между *fa* и *sol* выразится отношеніемъ $^3/_2 : {^4/_3} = {^9/_8}$; интервалъ между *re* и *mi* равенъ $^5/_4 : {^9/_8} = \frac{10}{9}$ и т. д.

Между тонами гаммы находятся еще *полутоны*: **діезы и бемоли. Діезомъ** для всякаго тона является *болѣе высокій звукъ*, число колебаній котораго равно $^{25}/_{24}$ числа колебаній даннаго тона; **бемолемъ** же даннаго тона является болѣе низкій звукъ, число колебаній котораго равно $^{24}/_{25}$ числа колебаній даннаго тона. Значитъ, между сосѣдними тонами можно вставить два полутона: діезъ болѣе высокаго и бемоль болѣе низкаго тона; тогда для одной гаммы понадобилась бы въ рояли 21 клавиша! Поэтому въ рояли и подобныхъ [1]) инструментахъ сливаютъ діезъ низшаго и бемоль сосѣдняго высшаго звука, и, кромѣ того, между «*mi*» и «*fa*» и между «*si*» и «*do*» слѣдующей гаммы совсѣмъ не вставляютъ промежуточнаго полутона, такъ какъ интервалы между этими тонами очень невелики $\left(\frac{16}{15}\right)$. Такимъ образомъ получается такъ называемая *хроматическая гамма* изъ 12 звуковъ.

Пріятное впечатлѣніе, производимое на слухъ двумя одновременно взятыми тонами, называется *гармоніей*; непріятное—*диссонансомъ*. Путемъ долгаго наблюденія и опыта замѣтили, что *чѣмъ проще отношеніе между числами колебаній двухъ тоновъ, тѣмъ совершеннѣе ихъ гармонія, и, наоборотъ, чѣмъ сложнѣе это отношеніе, тѣмъ сильнѣе диссонансъ*. Наиболѣе простыми, т.-е. небольшими, числами выражаются отношенія къ тону *do* слѣдующихъ тоновъ:

тоны	*mi*, *fa*, *sol*, *la*
отношеніе числа ихъ колебаній къ числу колебаній тона «*do*»	$^5/_3$, $^4/_3$, $^3/_2$, $^5/_3$.

Сочетаніе *do* и *mi* называется *терціей*, *do* и *fa*—*квартою*, *do* и *sol*—*квинтою*, *do* и *la*—*секстою*; всѣ эти сочетанія пріятны для слуха. Гармонію могутъ дать не только два, но и бо̀льшее число тоновъ, одновременно взятыхъ; гармоничное созвучіе нѣсколькихъ тоновъ называется *аккордомъ*; наиболѣе совершенными аккордами изъ трехъ звуковъ являются: a) *мажорный аккордъ*—*do*, *mi*, *sol* $(1 : {^5/_4} : {^3/_2})$ b) *минорный аккордъ*—*do*, *mi-bemol*, *sol* $(1 : {^6/_5} : {^3/_2})$.

245. Законы колебанія струнъ; монохордъ.

Число колебаній, совершаемыхъ натянутой струной въ 1 секунду, а значитъ, и ея тонъ, зависитъ отъ 1) *длины*, 2) *толщины*, 3) *степени натяженія* и 4) *плотности струны;* математическій анализъ привелъ къ слѣдующимъ законамъ, выражающимъ указанную зависимость.

Число колебаній струны 1) обратно пропорціонально ея длинѣ, 2) обратно пропорціонально ея діаметру, 3) прямо пропорціонально квадратному корню изъ силы напряженія, 4) обратно пропорціонально квадратному корню изъ плотности струны. Эти выведенные теоретическіе законы оправдываются на опытѣ.

---

[1]) т.-е. въ такихъ, у которыхъ для каждаго звука имѣется своя струна или клапанъ, какъ, напр., флейта, арфа.

На деревянномъ ящикѣ (рис. 410) натягиваются на подставкахъ *A* и *B* двѣ струны: одна «*ab*» укрѣпляется на колкахъ и при помощи рукоятки *Q* можетъ быть натянута болѣе или менѣе сильно; другая — только однимъ концомъ «*r*» прикрѣпляется къ колку, другой же ея конецъ перекинутъ черезъ блокъ, и къ нему привѣшивается грузъ «*P*», натягивающій струну болѣе или менѣе сильно въ зависимости отъ тяжести этого груза. Этотъ приборъ называется *монохордомъ*, и на немъ провѣряются всѣ законы колебанія струнъ.

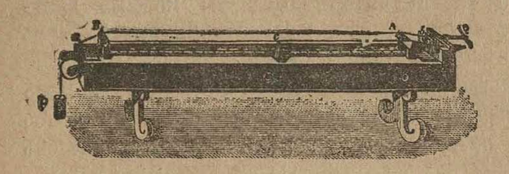


Рис. 410.

1) Натягиваютъ обѣ струны такъ, чтобы онѣ звучали въ унисонъ; струну «*ab*» оставляютъ неизмѣнной, другую же струну укорачиваютъ вдвое, подставляя въ серединѣ ея подставку «*c*»; тогда тонъ, издаваемый струною, вдвое болѣе короткой, окажется октавой выше, т.-е. число колебаній укороченной струны удвоится. Если подставкой отдѣлить $^8/_9$ всей струны, то число колебаній должно составить $^9/_8$ прежняго числа колебаній; значитъ, если струна «*ab*» издаетъ *do*, то $^8/_9$ струны будутъ издавать тонъ *re*, что вполнѣ подтверждается монохордомъ. Такъ провѣряется 1-ый законъ о зависимости числа колебаній струны отъ ея длины.

2) Для провѣрки 2-го закона, выражающаго зависимость числа колебаній отъ діаметра струны, обѣ струны натягиваютъ такъ, чтобы онѣ звучали въ унисонъ; затѣмъ струну «*Pr*» замѣняютъ другой изъ того же вещества, но вдвое толще. Длина ея, степень натяженія [1]) и плотность остаются, значитъ, неизмѣнными, удваивается только діаметръ, и вотъ въ силу только одной этой причины струна издаетъ тонъ октавой ниже, т.-е. *число колебаній становится вдвое меньше.*

3) Третій законъ провѣряется такъ: настроивъ обѣ струны въ унисонъ, увеличимъ, затѣмъ, грузъ «*P*» въ 4 раза [2]); тогда издаваемый этой струной тонъ будетъ октавой выше; значитъ, число колебаній струны увеличится въ $\sqrt{4}$ разъ, т.-е. въ 2 раза. При увеличеніи груза въ 9 разъ струна издаетъ тонъ двумя октавами выше, т.-е. число ея колебаній увеличится въ $\sqrt{9}$ разъ т.-е. въ 3 раза и т. д.

4) Подобнымъ же образомъ провѣряется и четвертый законъ, для чего вторая струна монохорда берется сначала изъ одного, а затѣмъ изъ другого вещества, и оказывается, что, при равной длинѣ, толщинѣ и степени натяженія, числа колебаній обѣихъ струнъ обратно пропорціональны корнямъ квадратнымъ изъ ихъ плотности.

246. Резонансъ.

Настроивъ двѣ струны въ унисонъ, приведемъ одну изъ нихъ «А» въ колебаніе; порождаемыя ею звуковыя волны раскачаютъ другую струну «В», такъ что, остановивъ первую струну, мы услышимъ, какъ звучитъ вторая; итакъ, одна струна начала звучать подъ вліяніемъ звука, издаваемаго другой струной. Подобное же явленіе наблюдается, если передъ открытой крышкой рояля [3]) громко пропѣть (проиграть на другомъ инструментѣ) какую-нибудь ноту; тогда струны, настроенныя въ унисонъ съ производимымъ тономъ, начинаютъ звучать, *отзываться*; это явленіе объясняется тѣмъ, что воздушныя волны производимаго звука сообщаютъ струнамъ рояля маленькіе толчки; эти толчки согласованы съ возможными колебаніями нѣкоторыхъ струнъ (а именно способныхъ воспроизводить тотъ же тонъ), и потому дѣйствіе послѣдующихъ толчковъ усиливаетъ дѣйствіе предшествующихъ; такимъ образомъ, эти струны постепенно раскачиваются и начинаютъ дрожать, а значитъ, и звучать. *Явленіе, при которомъ одно*

---

[1]) такъ какъ грузъ *P* остается тѣмъ же.
[2]) Ясно, что при этомъ въ 4 раза увеличивается сила натяженія.
[3]) При этомъ надо нажать педаль, чтобы освободить струны.

тѣло начинаетъ звучать подъ вліяніемъ звука, издаваемаго другимъ тѣломъ, называется **резонансомъ, или отзывчивостью.** Нѣкоторыя тѣла, какъ, напр., деревянныя и металлическія пластинки, имѣютъ способность отзываться на всякіе тоны, высокіе и низкіе; вотъ почему струны обычно натягиваются на особаго устройства деревянные ящики, резонирующіе и тѣмъ усиливающіе звуки. Резонансъ усиливаетъ производимый звукъ; въ этомъ легко убѣдиться на опытѣ. Звучащій камертонъ приблизимъ къ отверстію длиннаго цилиндрическаго стакана (рис. 411); подливая въ этотъ цилиндръ воды, мы можемъ измѣнять высоту заключающагося въ цилиндрѣ столба воздуха; при этомъ звукъ будетъ постепенно усиливаться; при нѣкоторой высотѣ столба воздуха въ стаканѣ это усиленіе достигаетъ наибольшей величины, такъ что, если прилить еще воды, звукъ ослабѣетъ. Усиленіе звука объясняется здѣсь тѣмъ, что столбъ воздуха, содержащійся въ стаканѣ, приходитъ въ колебаніе подъ вліяніемъ

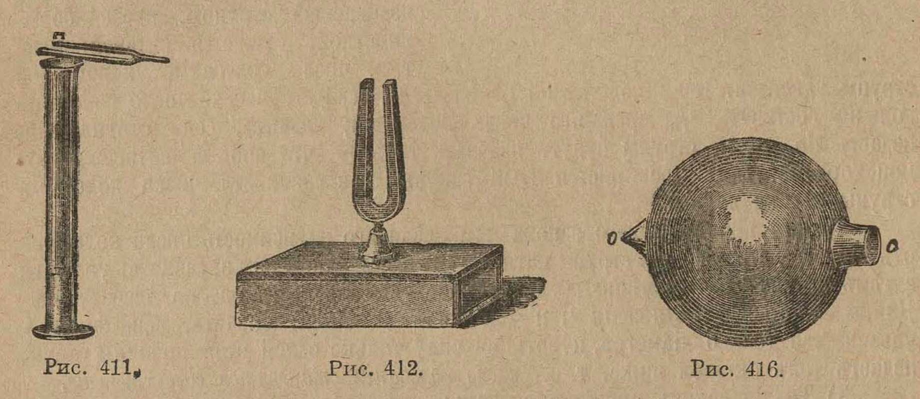


Рис. 411. Рис. 412. Рис. 416.

звуковыхъ волнъ, производимыхъ звучащимъ тѣломъ (камертономъ), и потому резонируетъ ему. Деревянный ящикъ (рис. 412), закрытый съ одного конца и имѣющій такую же длину, какъ столбъ воздуха, наиболѣе усилившій звукъ въ предыдущемъ опытѣ, является еще лучшимъ *резонаторомъ*, т.-е. *приборомъ для усиленія звука*; ножка камертона устанавливается на самомъ ящикѣ, стѣнки котораго, принимая толчки камертона, передаютъ ихъ внутреннему воздуху, приходящему въ *созвучное* издаваемому камертономъ звуку колебаніе. Дѣйствіе этого резонатора усиливается отчасти еще отзывчивостью самыхъ стѣнокъ ящика. Замѣчательны воздушные резонаторы *Гельмгольца*. Каждый изъ нихъ представляетъ собой полый мѣдный шаръ (рис. 413) съ двумя отверстіями: узкимъ «*О*», вставляемымъ въ ухо, и широкимъ «*С*», направляемымъ къ звучащему тѣлу; такой шаръ, въ зависимости отъ его величины, способенъ отзываться на одинъ только тонъ опредѣленной высоты; чѣмъ шаръ больше, тѣмъ резонируемый (усиливаемый) имъ тонъ ниже, и обратно.

247. Тембръ.

Два качества звука (тона) намъ уже извѣстны: высота и сила; *тембръ есть третье качество, по которому ухо отличаетъ одинаковые по высотѣ и силѣ звуки, произведенные различными способами;* такъ, мы легко отличаемъ звуки рояля, скрипки или человѣческаго голоса, хотя бы всѣ три звука имѣли одинаковую высоту и силу [1]). *Гельмгольцъ*, производя изслѣдованія съ помощью своихъ резонаторовъ [2]), доказалъ, что всѣ звуки въ большей или меньшей сте-

[1]) Чувствительность уха въ отношеніи тембра очень велика; такъ, мы отличаемъ голосъ знакомаго намъ человѣка между тысячью другихъ; часто мы даже узнаемъ людей по голосу, т.-е по тембру издаваемыхъ ими звуковъ.

[2]) Для анализа звука Гельмгольцъ бралъ цѣлую коллекцію воздушныхъ резонаторовъ, каждый изъ которыхъ отзывался на одинъ какой-нибудь опредѣленный тонъ. Вставивъ въ ухо узкое отверстіе одного изъ резонаторовъ, при-

пени сложны; всякій тонъ состоитъ изъ *основного*, сильно звучащаго тона и нѣсколькихъ болѣе высокихъ, но очень слабыхъ *дополнительныхъ* тоновъ, называемыхъ еще *гармоническими* (тонами); послѣдніе обычно не слышны въ силу своей слабости, но привычное ухо можетъ уловить ихъ безъ всякихъ особыхъ приспособленій. *Тотъ или иной тембръ звука зависитъ отъ числа, высоты и относительной силы дополнительныхъ (гармоническихъ) тоновъ, сопровождающихъ основной тонъ.* Качества же дополнительныхъ тоновъ, въ свою очередь, зависятъ отъ вещества звучащаго тѣла (струны, мѣдныя или деревянныя трубы и т. д.) способа произведенія звука (ударъ, смычокъ, дутье и т. д.) и нѣкоторыхъ другихъ обстоятельствъ.

248. Фонографъ.

Фонографомъ называется приборъ [1]) для записыванія различныхъ звуковъ и для произвольнаго ихъ воспроизведенія. Мы опишемъ устройство простѣйшаго фонографа; онъ состоитъ (рис. 414—въ общемъ видѣ, рис. 415—въ разрѣзѣ) изъ цилиндра „A", насаженнаго на ось „DD", имѣющую съ одной стороны рукоятку „H"· на оси сдѣлана винтовая нарѣзка „D", которой соотвѣтствуютъ вырѣзки (гайка) въ подставкѣ „C"; благодаря этой нарѣзкѣ при вращеніи рукоятки „H" цилиндръ „A" получаетъ поступательное движеніе въ ту или другую сторону, въ зависимости отъ направленія вращенія рукоятки.

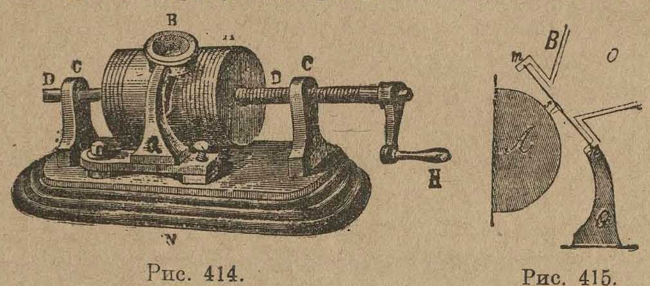


Рис. 414. Рис. 415.

На цилиндръ „A" надѣвается полый цилиндръ, сдѣланный изъ особаго сплава (воска и другихъ веществъ). Передъ этимъ цилиндромъ на подставкѣ „Q" помѣщается воспріемникъ звуковъ „B"; онъ представляетъ собой (рис. 415) воронку „B", дномъ которой является пластинка „*mn*" изъ тончайшаго стекла; къ центру пластинки „*mn*" прикрѣпленъ твердый штифтикъ (рѣзецъ) „*S*", *почти* касающійся поверхности воскового цилиндра. Когда передъ отверстіемъ „O" воронки производятся звуки, то звуковыя волны приводятъ пластинку „*mn*" въ дрожаніе; дрожанія пластинки различны, смотря по роду и силѣ звука; они передаются штифтику „*S*", и онъ на поверхности вращающагося воскового цилиндра производитъ рядъ (спирально расположенныхъ) мелкихъ углубленій; понятно, что размѣръ, форма и послѣдовательность этихъ углубленій всецѣло зависятъ отъ звуковъ

слушаемся къ какому-нибудь данному сложному звуку; если въ составъ его входитъ тотъ простой тонъ, на который нашъ резонаторъ отзывается, то мы ясно услышимъ этотъ тонъ; поднося къ уху послѣдовательно различные резонаторы и прислушиваясь съ ихъ помощью къ данному сложному звуку, мы можемъ такимъ образомъ опредѣлить *всѣ* простые тоны, входящіе въ составъ его.

[1]) Изобрѣтенъ Эдиссономъ въ 1878 году.

производимыхъ передъ воронкой „B“. Такъ производится запись звуковъ на валикъ. Для того же, чтобы воспроизвести записанные звуки, надо поступить слѣдующимъ образомъ. Воронку „B“ отодвинемъ немного въ сторону отъ валика; затѣмъ, вращая рукоятку „H“ въ обратную сторону, приводимъ цилиндръ „A“ въ то же положеніе, какое онъ занималъ во время записи. Конецъ штифта „*S*“, проходя по углубленіямъ и возвышеніямъ валика, то опускается, то подымается и, значитъ, приводитъ пластинку „*mn*“ въ дрожаніе точно такое же, какое она совершала при записи звуковъ; эти колебанія пластинки порождаютъ соотвѣтственныя звуковыя волны, и потому изъ отверстія „O“ воронки слышатся записанные звуки, только слабѣе (глуше) и съ нѣсколько инымъ тембромъ.

Свѣтъ.

I. Распространеніе, скорость и сила свѣта.

249. Свѣтъ; раздѣленіе тѣлъ по отношенію къ свѣту.

Свѣтомъ называется та *внѣшняя причина* [1]), вслѣдствіе которой предметы, окружающіе насъ, становятся видимыми. Всѣ тѣла дѣлятся на *самосвѣтящіяся*, т.-е. испускающія собственный свѣтъ, какъ напр., солнце, пламя, раскаленныя тѣла и т. п., и *темныя*, т.-е. такія, которыя можно видѣть лишь въ присутствіи самосвѣтящихся тѣлъ; большинство тѣлъ относится къ темнымъ. Далѣе, тѣла по отношенію къ свѣту раздѣляются на *прозрачныя*, т.-е. такія, которыя пропускаютъ черезъ себя свѣтъ, какъ, напр., стекло, вода, слюда и т. п., и *непрозрачныя*, къ какимъ относятся дерево, металлъ и другія. Понятіе „прозрачности" относительно: очень толстый слой прозрачнаго тѣла (напр., стекла, воды) перестаетъ пропускать свѣтъ, и, наоборотъ, очень тонкій слой непрозрачнаго тѣла (напр., тонкій листъ бумаги, расплющенное золото) просвѣчиваетъ.

250. Прямолинейное распространеніе свѣта; лучи.

Всякое прозрачное тѣло называется относительно свѣта *срединою*. Свѣтъ въ *однородной* срединѣ распространяется всегда *прямолинейно*; для того, чтобы убѣдиться въ этомъ, достаточно черезъ узкую щель ставни впустить лучъ свѣта въ комнату: лучъ этотъ, освѣщая на своемъ пути пылинки, носящіяся въ воздухѣ, ясно виденъ и имѣетъ прямолинейное направленіе; далѣе, если между пламе-

---

[1]) Мы называемъ эту причину «внѣшней», такъ какъ она находится внѣ нашего глаза; такъ, въ темной комнатѣ мы не увидимъ предметовъ, пока въ ней не появится какой-либо источникъ свѣта (свѣча, лампа). Въ 1690 году *Гюйгенсомъ* была высказана и затѣмъ въ началѣ XIX стол. развита *Френелемъ* и *Юнгомъ* гипотеза, объясняющая свѣтовыя явленія аналогично съ явленіями звука: свѣтъ *возникаетъ* вслѣдствіе колебанія молекулъ свѣтящагося тѣла и *распространяется* посредствомъ дрожанія частицъ чрезвычайно упругаго *эфира*, наполняющаго промежутки между молекулами и все между-планетное пространство.

немъ А свѣчи (рис. 416) и глазомъ поставить нѣсколько экрановъ съ отверстіями, то пламя будетъ видно черезъ послѣднія лишь при томъ условіи, чтобы всѣ онѣ (отверстія) были расположены на *одной прямой линіи, соединяющей пламя съ глазомъ*. Каждая изъ прямыхъ линій, по которымъ распространяется свѣтъ отъ своего

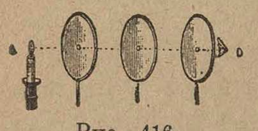


Рис. 416.

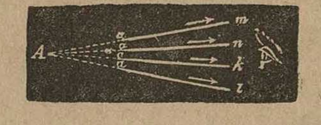


Рис. 417.

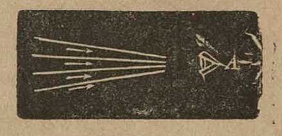


Рис. 418.

источника, называется *свѣтовымъ лучомъ;* мы всегда наблюдаемъ *пучки* лучей. Если источникъ свѣта находится отъ насъ на громадномъ разстояніи (солнце, звѣзды), то идущіе отъ него лучи безъ большой ошибки можно считать *параллельными*. Вообще же лучи отъ свѣтящейся точки *расходятся* во всѣ стороны; вотъ почему, если въ глазъ вступаютъ *расходящіеся* лучи (рис. 417), то на общемъ ихъ пересѣченіи мы видимъ свѣтящуюся точку „А" (даже и въ томъ случаѣ, если бы ея въ дѣйствительности тамъ не было); наоборотъ, подъ вліяніемъ пучка *сходящихся* [1]) лучей (рис. 418) глазъ ничего не увидитъ.

251. Тѣнь и полутѣнь.

Если лучи свѣта встрѣчаютъ на своемъ пути непрозрачное тѣло, то за этимъ тѣломъ, такъ какъ оно не пропускаетъ свѣта, образуется темное пространство, называемое *тѣнью*; тѣнью же называется и неосвѣщенное пространство „GH" на экранѣ [2]) (рис. 419), образуемое вслѣдствіе того, что на пути лучей, падающихъ на экранъ, находится непрозрачное тѣло „М". Тѣнь бываетъ различна въ зависимости отъ того, что является источникомъ свѣта—свѣтящаяся *точка* или свѣтящееся *тѣло*. Если въ первомъ случаѣ (рис. 419) изъ свѣтящейся точки „*S*" лучи, падая на экранъ „*PQ*", встрѣчаютъ на своемъ пути непрозрачное тѣло „М", то они образуютъ (на экранѣ) *отчетливую* тѣнь „GH", рѣзко граничащую съ свѣтлымъ пространствомъ; это объясняется тѣмъ, что въ пространство, ограниченное касательными, проведенными отъ свѣтящейся точки „*S*" къ тѣлу „М", не попадаетъ ни одного луча. Но если источникомъ свѣта будетъ не *точка*, а какое-нибудь свѣтящееся *тѣло*, то произойдетъ нѣсколько иное явленіе. Дѣйствительно, положимъ, для простоты, что и свѣтящееся тѣло „*S*" (рис. 420), и непрозрачное тѣло „А" имѣютъ форму шара. Проведя рядъ внѣшнихъ касательныхъ, объемлющихъ оба тѣла (на рисункѣ даны только двѣ изъ нихъ: ab и $a'b'$), мы ограничимъ на экранѣ про-

[1]) Свѣтящаяся точка не можетъ испускать такого пучка лучей; но впослѣдствіи мы увидимъ, что такой пучокъ лучей можно произвести искусственно.

[2]) Экраномъ можетъ быть всякая освѣщенная поверхность, какъ, напр., стѣна, полъ и т. д.

странство $bnb'm$, внутри котораго не упадетъ ни одного луча; значитъ, въ немъ будетъ *полная тѣнь*. Проведя внутреннія касательныя („pd" и „qc"), найдемъ, что всѣ точки пространства „$cfde$" хотя и находятся внѣ полной тѣни, но освѣщаются лучами, идущими только отъ нѣкоторыхъ частей тѣла „S"; поэтому здѣсь освѣщеніе очень слабое. Всѣмъ тѣломъ „S" освѣщается только часть экрана

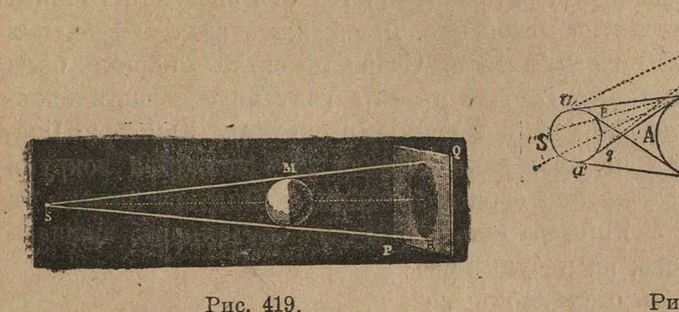


Рис. 419.

Рис. 420.

за кругомъ „$cfde$", и потому здѣсь полный свѣтъ; пространство же между полной тѣнью и полнымъ свѣтомъ и называется *полутѣнью*. Ясно, что, чѣмъ меньше свѣтящееся тѣло и чѣмъ оно болѣе удалено, тѣмъ тѣнь рѣзче, отчетливѣе, а полутѣнь—меньше.

252. Полученіе изображеній посредствомъ малыхъ отверстій.

Въ одной изъ боковыхъ стѣнокъ темнаго ящика „A" (рис. 421) продѣлаемъ небольшое отверстіе „d" *произвольной*, напр., треугольной [1]), формы. Пусть вдали отъ ящика находится свѣтящійся или освѣщенный предметъ, положимъ, домъ; каждый свѣтящійся (освѣщенный) предметъ можно разсматривать, какъ совокупность ряда свѣтящихся точекъ.

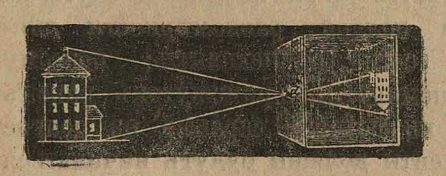


Рис. 421.

Лучи свѣта отъ каждой точки, проходя черезъ маленькій треугольникъ „d", дадутъ на задней стѣнкѣ ящика свѣтлое изображеніе треугольника; но такихъ свѣтящихся точекъ въ освѣщенномъ предметѣ (домѣ) безчисленное множество, и потому на задней стѣнкѣ ящика получится такое же множество маленькихъ свѣтлыхъ треугольниковъ; эти треугольники, частью налегая другъ на друга, расположатся *въ порядкѣ, обратномъ* тому, по которому расположены точки освѣщеннаго предмета (какъ это ясно видно на рисункѣ), т.-е. нижняя точка предмета дастъ свѣтлый треугольникъ вверху, верхняя—внизу, лѣвая—направо, правая—налѣво и т. д.; такимъ образомъ, на задней стѣнкѣ ящика получается совокупность столькихъ свѣтлыхъ треугольниковъ, сколько есть свѣтящихся точекъ въ данномъ предметѣ, но только

[1]) Результатъ опыта совершенно не измѣнится, если отверстіе будетъ круглое, овальное, щелевидное и вообще любой, самой неправильной формы, пь бы оно было мало.

въ обратномъ расположенiи, вслѣдствiе чего получается *обратное изображенiе свѣтящагося предмета.* Это изображенiе тѣмъ отчетливѣй, чѣмъ меньше отверстiе и чѣмъ дальше свѣтящiйся предметъ [1]).

253. Скорость свѣта.

Свѣтъ, какъ и звукъ, распространяется отъ своего источника до глаза наблюдателя не мгновенно. *Пространство, проходимое свѣтомъ въ секунду, называется скоростью свѣта.* Скорость свѣта впервые была опредѣлена датчаниномъ *Ремеромъ* въ 1675 году на основанiи астрономическихъ наблюденiй надъ затменiями спутника Юпитера. Планета Юпитеръ „I“ (рис. 422), какъ и земля „T“, движется вокругъ солнца „S“ по окружности; орбиты и земли, и Юпитера лежатъ въ одной плоскости. У Юпитера есть нѣсколько спутниковъ, вращающихся вокругъ него; на рисункѣ изображенъ одинъ изъ спутниковъ „a“, обходящiй планету въ $42^1/_2$ часа; такъ какъ Юпитеръ — планета, т.-е. тѣло темное, то онъ отбрасываетъ отъ себя конусъ тѣни; и вотъ его спутникъ „a“ каждый разъ при новомъ оборотѣ вокругъ Юпитера погружается въ эту тѣнь, вслѣдствiе чего наступаетъ его (спутника) затменiе. Время, протекающее отъ одного затменiя до другого, т.-е. время между двумя послѣдовательными выходами спутника изъ тѣни Юпитера, вслѣдствiе полной равномѣрности движенiя планетъ, должно быть всегда одинаковымъ; поэтому *Ремеръ*, точно опредѣливъ, что упомянутый промежутокъ равенъ $42^1/_2$ часамъ, составилъ таблицу, въ которой заранѣе на долгое время было указано, въ какiе моменты должны будутъ начинаться затменiя даннаго спутника Юпитера. Составивъ такую таблицу, Ремеръ началъ провѣрять ее путемъ непосредственнаго наблюденiя, желая узнать, дѣйствительно ли вычисленные моменты совпадаютъ съ истинными; оказалось, что дѣйствительныя затменiя начинаются нѣсколько *позже*, чѣмъ это должно быть по таблицѣ. Допустимъ, что таблица составлена на основанiи наблюденiй, произведенныхъ тогда, когда земля была въ точкѣ „T“; производя свои наблюденiя, Ремеръ замѣтилъ, что по мѣрѣ движенiя земли отъ T къ T′ и далѣе къ T″ запаздыванiе истиннаго момента затменiя противъ предсказаннаго по таблицѣ все болѣе увеличивается и становится максимальнымъ (наибольшимъ) какъ разъ тогда, когда земля находится въ положенiи (T″), дiаметрально противо-

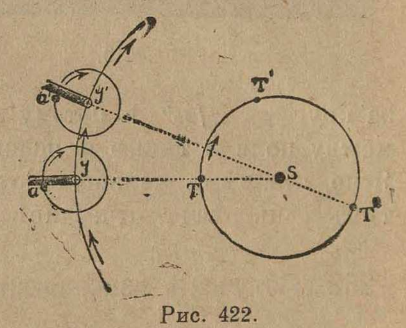


Рис. 422.

[1]) Описаннымъ явленiемъ объясняется, почему солнечные лучи, проходя черезъ самые различные по формѣ промежутки между листьями деревьевъ, образуютъ на землѣ всегда *круглыя* свѣтлыя пятна; эти пятна представляютъ изображенiе солнца; во время затменiя, когда солнце имѣетъ видъ серпа, и пятна представляются серповидными.

положномъ тому, при которомъ произведено первое наблюденіе. Чѣмъ же объясняется такое запаздываніе, если движеніе спутника вокругъ Юпитера абсолютно равномѣрно? Дѣло въ томъ, что, какъ это прекрасно видно изъ рисунка, по мѣрѣ движенія земли въ указанномъ направленіи, разстояніе ея отъ Юпитера увеличивается и становится максимальнымъ въ положеніи T''; а такъ какъ свѣтъ передается изъ одного мѣста въ другое не мгновенно, а употребляетъ на это нѣкоторое время, то ясно, что это время тѣмъ больше, чѣмъ больше разстояніе, которое свѣту надо пройти; слѣдовательно, запаздываніе затменій спутника объясняется тѣмъ, что свѣту надо пройти большее разстояніе. Когда земля находится въ T'', то начало дѣйствительно наблюдаемаго затменія наступаетъ позже предсказаннаго на таблицѣ на 16 м. 36 сек.=996 сек.; разстояніе же земли отъ Юпитера въ этотъ моментъ (T'') больше того разстоянія, которое было между ними въ моментъ (T) перваго наблюденія, на діаметръ земной орбиты; это разстояніе, какъ извѣстно изъ космографіи, равно круглымъ числомъ 297.000.000 километрамъ, и на прохожденіе его свѣтъ затрачиваетъ 996 сек.; слѣдовательно, скорость свѣта равна частному отъ дѣленія 297.000 000 км. на 996, т.-е. приблизительно равна 298.000 километрамъ [1]). Рядъ ученыхъ, въ томъ числѣ французы *Фуко* и *Физо*, нашли способы опредѣлять скорость свѣта на сравнительно небольшихъ разстояніяхъ; изъ всѣхъ этихъ изслѣдованій можно вывести, что *скорость свѣта равна* приблизительно **300.000 км.** *въ секунду*. Отсюда понятно, почему свѣтъ солнца достигаетъ насъ только въ 8,25 минуты, свѣтъ же луны—почти въ 1 секунду. Свѣтъ неподвижныхъ звѣздъ, отстоящихъ отъ земли на громадное разстояніе, доходитъ до насъ отъ ближайшихъ не менѣе, чѣмъ въ 3 года, а отъ прочихъ—въ десятки и даже сотни лѣтъ; такъ что, если бы какая-нибудь звѣзда перестала свѣтить, то мы узнали бы объ этомъ только черезъ рядъ лѣтъ.

254. Сила свѣта; фотометры.

О силѣ свѣта мы судимъ по степени *освѣщенія* имъ какой-нибудь поверхности. Ясно, что степень освѣщенія какой-либо поверхности тѣмъ больше, чѣмъ больше количество лучей, падающихъ на единицу этой поверхности; значитъ, и *сила свѣта измѣряется количествомъ лучей, падающихъ на единицу поверхности*, т.-е. *сила свѣта*, или, иными словами, *яркость источника свѣта пропорціональна освѣщенію*. Это значитъ, что если одинъ изъ двухъ источниковъ свѣта при одинаковыхъ условіяхъ [2]) освѣщаетъ какую-нибудь поверхность въ 2, 3, 4 и т. д. раза сильнѣй (ярче), чѣмъ другой источникъ, то сила свѣта перваго (источника) въ 2, 3, 4 раза болѣе силы свѣта второго ис-

---

[1]) Чтобы имѣть наглядное представленіе о скорости свѣта, достаточно сказать, что лучъ свѣта можетъ обѣжать вокругъ всей земли по экватору $7^1/_2$ разъ въ 1 секунду.

[2]) т.-е. при равномъ разстояніи отъ освѣщенной поверхности, при тождественности освѣщенныхъ поверхностей и т. д.

точника. Итакъ, о силѣ свѣта мы судимъ по степени освѣщенія, степень же освѣщенія подчиняется слѣдующимъ законамъ:

1. *Степень (яркость) освѣщенія данной поверхности* **расходящимися лучами** *обратно пропорціональна квадрату разстоянія этой поверхности отъ источника свѣта.* Этотъ законъ, очевидно, примѣнимъ только къ освѣщенію поверхности *расходящимися* отъ источника свѣта *лучами*; дѣйствительно, если мы будемъ *удалять* отъ источника свѣта освѣщенную поверхность, то ея освѣщеніе будетъ *ослабѣвать*, такъ какъ чѣмъ дальше отъ источника свѣта, тѣмъ расхожденіе лучей больше, и потому количество лучей, падающихъ на единицу поверхности, становится меньше, а вѣдь о степени освѣщенія мы судимъ именно по количеству лучей, падающихъ на единицу поверхности. Понятно поэтому, что при *параллельности* лучей, освѣщающихъ какую-либо поверхность (напр., солнечные лучи), степень освѣщенія не зависитъ отъ разстоянія, такъ какъ при измѣненіи его количество лучей, падающихъ на каждую единицу поверхности, остается неизмѣннымъ. Итакъ, съ *удаленіемъ* освѣщенной поверхности отъ источника свѣта, испускающаго расходящіеся лучи, степень освѣщенія *ослабляется*; значитъ, освѣщеніе *обратно пропорціонально разстоянію*. Остается еще доказать, что оно обратно пропорціонально *квадрату* разстоянія. Пусть „S“ (рис. 423)—свѣтящаяся точка; вокругъ нея опишемъ шаровую поверхность „M“ радіусомъ „r“; обозначимъ количество лучей, падающихъ на единицу этой поверхности отъ источника „S“, черезъ „F“ площадь всей поверхности равна $4\pi r^2$; значитъ, количество лучей, падающихъ на всю поверхность M, равна $4\pi r^2 F$. Опишемъ теперь другую шаровую поверхность N, концентрическую съ первой, радіусомъ R; ея площадь равна $4\pi R^2$; количество лучей, падающихъ на каждую единицу этой поверхности, какъ отстоящей дальше, будетъ, очевидно, меньше; обозначимъ это количество черезъ „f“; тогда количество лучей, падающихъ на всю эту шаровую поверхность N, выразится такъ: $4\pi R^2 f$. Ясно, что *общее* количество лучей, падающихъ какъ на всю первую, такъ и на всю вторую поверхность, совершенно одинаково, такъ какъ на каждую изъ этихъ поверхностей падаютъ *всѣ* лучи, исходящіе отъ одного и того же источника; слѣдовательно,

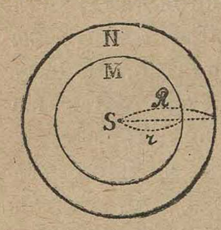


Рис. 423.

$$4\pi r^2 F = 4\pi R^2 f,$$

откуда:

$$r^2 F = R^2 f,$$

откуда:

$$F : f = R^2 : r^2,$$

т.-е. количества лучей, падающихъ на единицу данныхъ поверхностей, *обратно пропорціональны квадратамъ ихъ разстояній отъ источника свѣта*; но количествомъ лучей, падающихъ на единицу поверхности, опредѣляется степень освѣщенія; слѣдовательно, и *степень освѣщенія данныхъ поверхностей* (расходящимися лучами) *обратно пропорціональна квадратамъ ихъ разстояній отъ источника свѣта.*

2. *Степень (яркость) освѣщенія данной поверхности* **параллельными лучами** *пропорціональна синусу угла, образуемаго этими лучами съ поверхностью.* Пусть пучокъ лучей „SS" (рис. 424) падаетъ перпендикулярно на площадку „ab"; наклонимъ прямоугольникъ „ab" въ положеніе „ac"; ясно, что тогда часть лучей пучка „SS" будетъ проходить мимо данной площадки, и потому ея освѣщеніе будетъ слабѣе. Весь пучокъ лучей теперь (при наклонномъ положеніи площадки) будетъ освѣщать прямоугольникъ „am"; площадь его больше, чѣмъ площадь прежняго прямоугольника „ab"; количество же лучей то же самое (пучокъ „SS"); значитъ, освѣщеніе площадки „am" будетъ *слабѣе* освѣщенія площадки „ab" во столько разъ, во сколько разъ площадь „ab" *менѣе* площади „am"; площади же относятся, какъ ихъ высоты; значитъ, площадь „ab" во столько разъ менѣе площади „am", во столько разъ ad менѣе an; обозначивъ силу освѣщенія площади „am" черезъ „f", а площади „ab"—черезъ „F", находимъ, что

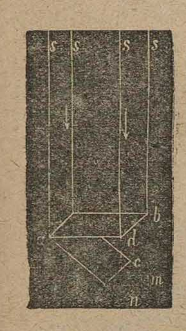


Рис. 424.

$$f : F = ad : an \quad . \; . \; . \; (I)$$

Изъ прямоугольнаго треугольника „adn" мы имѣемъ, что

$$ad = an \, . \, Sin \angle and ,$$

откуда находимъ, что

$$ad : an = Sin \angle and \quad . \; . \; . \; (II)$$

Сравнивъ равенство I-ое и II-ое, получимъ

$$f : F = Sin \angle and ,$$

откуда:

$$\mathbf{f = F \; Sin \angle and} .$$

Эта формула и выражаетъ доказываемый законъ освѣщенія, такъ какъ *съ увеличеніемъ Sin'а угла and* [1]) *увеличивается освѣщеніе* (f) *площади* „am", на которую падаетъ подъ угломъ пучокъ параллельныхъ лучей.

Приборы для сравненія силы свѣта различныхъ источниковъ называются **фотометрами.** Помощью этихъ же приборовъ можно провѣрять законы освѣщенія. Наиболѣе употребительный *фотометръ Румфорда* (рис. 425) состоитъ изъ бѣлаго экрана „АВ", предъ которымъ помѣщается палочка [2]) „С". Пусть намъ надо сравнить силу свѣта свѣчи „к" и лампы „l". Поставимъ ихъ на одномъ разстояніи передъ экраномъ; тогда на экранѣ получатся двѣ тѣни отъ

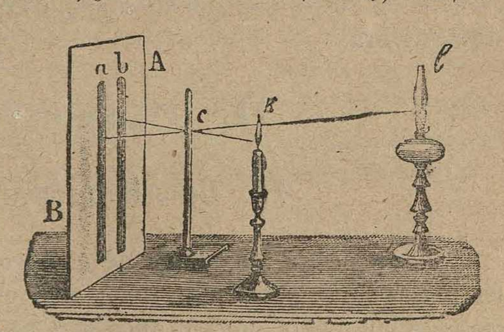


Рис. 425.

[1]) Наибольшая величина $Sin \angle and = 1$, т.-е. тогда, когда уголъ $and = 90^0$, и тогда освѣщеніе будетъ наибольшее; когда же $Sin \angle and = 0$, лучи только скользятъ вдоль плоскости, и освѣщенія почти не будетъ.

[2]) Конечно, непрозрачная.

палочки: „a“—отъ лампы и „b“—отъ свѣчи; тѣнь отъ лампы будетъ сильнѣй (гуще), такъ какъ лампа свѣтитъ ярче. Для того, чтобы ослабить освѣщеніе лампой, будемъ ее отодвигать до тѣхъ поръ, пока обѣ тѣни сдѣлаются одинаково темными; послѣ этого измѣримъ разстояніе свѣчи и лампы отъ экрана; положимъ, что лампа оказалась въ три раза дальше отъ экрана, чѣмъ свѣча; значитъ, основываясь на первомъ законѣ освѣщенія, мы можемъ заключить, что сила свѣта лампы въ 9 разъ больше силы свѣта свѣчи. Если бы одинъ изъ сравниваемыхъ источниковъ оказался дальше другого въ 4, 5 и т. д. разъ, то это значило бы, что сила свѣта источника въ 16, 25 и т. д. разъ больше.

Также просто устройство *фотометра Фуко* (рис. 426): перпендикулярно къ вертикальному матовому стеклу „$q'p'$“ устанавливается ширма „c“ такъ, что свѣтъ, идущій отъ источниковъ p и q, не смѣшивается, и свѣтъ отъ каждаго изъ нихъ падаетъ только на одну половинку матоваго стекла „$q'p'$“. Источники свѣта перемѣщаются до тѣхъ поръ, пока обѣ половинки стекла не будутъ освѣщены одинаково. Тогда опредѣляютъ, во сколько разъ одинъ источникъ дальше другого отъ экрана, и квадратъ найденнаго числа (согласно 1-ому закону освѣщенія) покажетъ, во сколько разъ одинъ изъ сравниваемыхъ источниковъ сильнѣе другого.

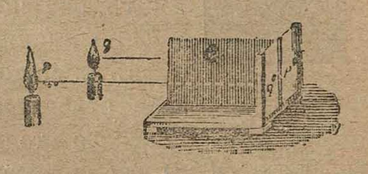


Рис. 426.

За *единицу свѣта* въ научныхъ изслѣдованіяхъ принимаютъ *количество свѣта, испускаемое 1 кв. сантиметромъ поверхности расплавленной платины въ моментъ ея отвердѣнія перпендикулярно къ ея поверхности* [1]).

На практикѣ за единицу свѣта принимаютъ одну *четвериковую стеариновую свѣчу*, равную приблизительно $^1/_{20}$ вышеупомянутой единицы свѣта.

II. Отраженіе свѣта.

255. Основные законы отраженія.

Лучи свѣта, встрѣчая на своемъ пути какое-либо тѣло, отбрасываются отъ него, принимая другое направленіе; такое *отраженіе свѣта* подчинено вполнѣ опредѣленнымъ законамъ. Для того, чтобы выяснить основные изъ нихъ, возьмемъ какую-либо *полированную поверхность*, называемую вообще *зеркаломъ*, и черезъ отверстіе A (рис. 427) впустимъ въ темную комнату пучокъ лучей „AB“ такъ, чтобы онъ падалъ на зеркало; тогда этотъ пучокъ лучей отразится отъ него и пойдетъ по направленію „BC“. Возставимъ въ точкѣ „B“ перпендикуляръ „BD“ къ отражающей поверхности; уголъ ABD назыв. *угломъ паденія*, а уголъ DBC—*угломъ отраженія*; эти

[1]) Это такъ называемая платиновая единица Віоля.

углы *равны* между собой, и лучи AB и CB *лежатъ въ одной плоскости.* Слѣдовательно, отраженіе свѣта подчиняется слѣдующимъ законамъ: 1) *уголъ паденія равенъ углу отраженія* и 2) *лучъ падающій и лучъ отраженный лежатъ въ одной плоскости съ перпендикуляромъ, возставленнымъ къ отражающей поверхности изъ точки паденія.* Изъ этихъ законовъ ясно, что, во-1-хъ, если лучъ падетъ по направленію, перпендикулярному къ отражающей поверхности, то онъ отражается обратно по тому же направленію, и, во-2-хъ, если принять отраженный лучъ за падающій, то падающій станетъ отраженнымъ. Провѣрить выведенные законы нетрудно на приборѣ, изображенномъ на рис. 428. Въ ободкѣ

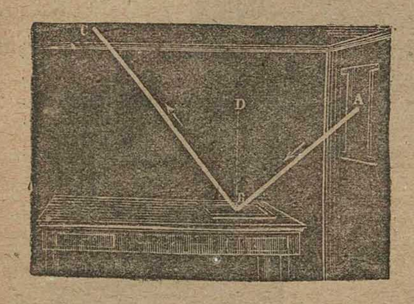


Рис. 427.

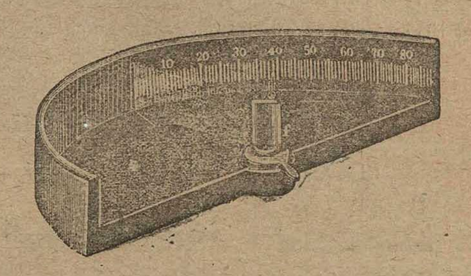


Рис. 428.

этого прибора сдѣлана щель „s", и отъ нея идутъ дѣленія ободка на градусы; въ центрѣ полукруглаго основанія прибора укрѣпляется вертикально зеркало „f", обращенное полированной поверхностью къ ободку; зеркальце съ прикрѣпленнымъ къ нему перпендикулярнымъ стержнемъ „e" можетъ вращаться вокругъ вертикальной оси. Пусть зеркало повернуто такъ, что указатель „e" стоитъ на 20°; тогда, очевидно, пучокъ лучей упадетъ изъ щели „s" на зеркальце подъ угломъ въ 20°, и мы увидимъ, что отраженный пучокъ пойдетъ отъ зеркальца къ дѣленію въ 40°; если указатель поставить на 10°, то отраженный лучъ упадетъ на дѣленіе въ 30°, и т. д. уголъ отраженія всегда будетъ равенъ углу паденія луча, и притомъ оба луча, очевидно, лежатъ въ одной плоскости съ перпендикуляромъ (стержнемъ „e") къ поверхности отражающаго зеркала.

256. Изображеніе тѣлъ въ плоскихъ зеркалахъ.

Сначала разсмотримъ, какъ отражается въ зеркалѣ свѣтящаяся точка. Пусть изъ свѣтящейся точки „S" (рис. 429) на зеркало MN падаетъ лучъ „SA"; построивъ уголъ паденія SAD и равный ему уголъ отраженія DAB, находимъ, что отраженный лучъ идетъ по направленію „AB". Опустимъ далѣе изъ точки „S" перпендикуляръ на плоскость зеркала MN и продолжимъ его за зеркало; продолжимъ за зеркало и отраженный лучъ AB до пересѣченія съ продолженіемъ перпендикуляра „SC" въ точкѣ „S′"; тогда у насъ получатся два прямоугольныхъ треугольника SAC и S′AC. Они имѣютъ общій катетъ CA; кромѣ того, $\angle S = \angle S'$ (такъ какъ

∠S = ∠SAD, какъ накрестъ лежащіе, ∠S' = ∠DAB, какъ соотвѣтственные; углы же SAD и DAB равны, какъ уголъ паденія и уголъ отраженія; значитъ, ∠S = ∠S'); слѣдовательно, △ ASC = △AS'C, какъ имѣющіе по равному катету и острому углу; откуда заключаемъ, что SC = CS'. Если мы возьмемъ какой-либо другой лучъ, падающій изъ точки „S“ (рис. 430), то и относительно его мы докажемъ то же самое; значитъ, **всякій** *отраженный отъ плоскаго зеркала лучъ, будучи продолженъ за зеркало, пересѣкаетъ перпендикуляръ, опущенный изъ свѣтящейся точки на плоское зеркало, на такомъ же разстояніи, на какомъ свѣтящаяся точка отстоитъ отъ зеркала*. А разъ такъ, то, слѣдовательно, **всѣ лучи**, падающіе изъ свѣтящейся точки на плоское зеркало (рис. 430), *послѣ отраженія кажутся выходящими изъ одной точки, лежащей за зеркаломъ на перпендикулярѣ, опущенномъ изъ свѣтящейся точки на зеркало,*

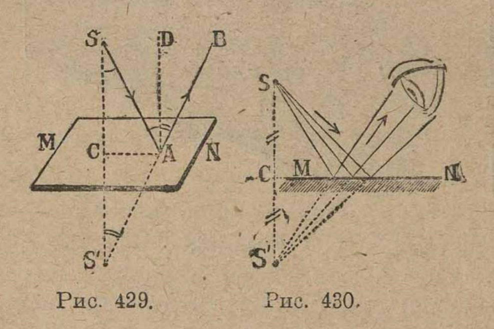


Рис. 429. Рис. 430.

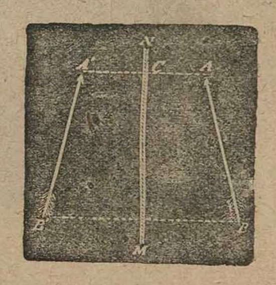


Рис. 431.

на такомъ же разстояніи отъ зеркала, на какомъ отъ него находится свѣтящаяся точка. Глазъ, помѣщенный на пути отраженныхъ лучей, находится подъ впечатлѣніемъ пучка расходящихся лучей, *какъ бы* исходящихъ изъ точки „S'“, и потому увидитъ свѣтящуюся точку въ „S'“; эта точка и будетъ **изображеніемъ** точки „S“ въ зеркалѣ „MN“. Такое *изображеніе* называется **мнимымъ**, такъ какъ отраженные лучи только кажутся выходящими изъ точки „S'“, хотя въ дѣйствительности ея не существуетъ. Итакъ, *для того, чтобы построить изображеніе свѣтящейся точки въ плоскомъ зеркалѣ, достаточно опустить изъ нея перпендикуляръ на зеркало и, продолживъ его за зеркало, взять на немъ точку, отстоящую отъ зеркала ровно на столько, на сколько отъ него отстоитъ свѣтящаяся точка*. Умѣя находить изображеніе свѣтящейся точки въ плоскомъ зеркалѣ, не трудно построить изображеніе и любого предмета; для этого каждый предметъ достаточно разсматривать, какъ совокупность множества свѣтящихся точекъ. Пусть намъ надо построить изображеніе стрѣлы AB въ зеркалѣ MN (рис. 431); найдемъ сначала, что изображеніе точки A будетъ въ точкѣ A' [1]) и изображеніе точки B—въ точкѣ B'; очевидно, изображеніе прочихъ точекъ предмета AB расположится между точками A' и B'; слѣдовательно, изображеніе всего предмета будетъ: A'B' [2]).

---

[1]) Согласно предыдущему, A'C должно быть = AC.

[2]) Изъ рисунка да и изъ повседневнаго опыта ясно, что изображеніе по величинѣ равно самому свѣтящемуся предмету, только правая сторона предмета будетъ лѣвой стороной изображенія и обратно.

257. Отраженіе отъ зеркалъ параллельныхъ и наклоненныхъ подъ угломъ.

Возьмемъ два *параллельныхъ зеркала* MN и PQ (рис. 432) и между ними помѣстимъ свѣтящійся предметъ, напр., свѣчу „S“; она отразится въ зеркалѣ MN въ точкѣ „b“ ($bd = dS$) и въ зеркалѣ „PQ“ — въ точкѣ „c“ ($cg = gS$); далѣе, лучи источника свѣта „S“, отразившись отъ зеркала MN, упадутъ на

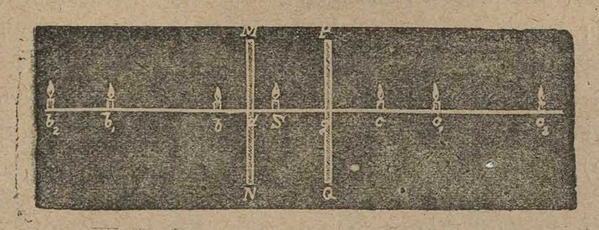


Рис. 432.

зеркало „PQ“ и отразятся и отъ него; это значитъ, что изображеніе „b“ зеркала MN отразится въ зеркалѣ PQ и дастъ въ немъ изображеніе „c_1“ (значитъ, $c_1g = gb$); точно также изображеніе „c“ источника свѣта „S“ въ зеркалѣ „PQ“ отразится въ зеркалѣ „MN“ и дастъ въ немъ новое изображеніе b_1 ($b_1d = cd$); вторыя изображенія вновь отразятся въ противолежащихъ имъ зеркалахъ, и т. д. получится *безконечное число отраженій*; конечно, яркость изображеній постепенно (по мѣрѣ удаленія отъ перваго изъ нихъ) ослабѣваетъ.

Далѣе, возьмемъ два зеркала MA и AN, наклоненныхъ другъ къ другу подъ угломъ, положимъ, въ 90° (рис. 433), и помѣстимъ между ними свѣтящуюся точку „S“. Эта точка въ каждомъ изъ зеркалъ дастъ по одному изображенію — S_1 и S_2; изображеніе S_1 находится передъ зеркаломъ „AN“ и потому даетъ въ немъ новое изображеніе S_3; точно также и изображеніе S_2, находясь передъ зеркаломъ AM, даетъ въ немъ изображеніе S_4; изъ рисунка ясно видно, что изображенія S_3 и S_4 должны слиться въ о но; такъ какъ изображеніе S_3

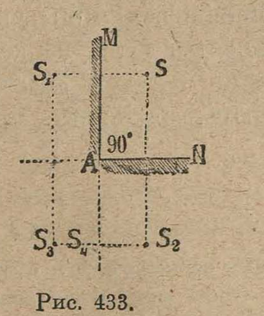


Рис. 433.

Рис. 434.

находится позади обоихъ зеркалъ, то новаго отраженія оно не дастъ. Значитъ, глазъ, помѣщенный между зеркалами, увидитъ свѣтящуюся точку 4 раза: одну непосредственно и три раза черезъ отраженіе. Чѣмъ меньше уголъ между зеркалами, тѣмъ больше число изображеній; такъ, при углѣ въ 60° (рис. 434) глазъ увидитъ 6 свѣтящихся точекъ (одну дѣйствительную и 5 мнимыхъ).

Извѣстный всѣмъ *калейдоскопъ* устроенъ на основанiи многократнаго отраженiя свѣта отъ зеркалъ, расположенныхъ подъ угломъ [1]).

258. Свѣтъ разсѣянный и отраженный.

Свѣтъ отбрасывается вообще всякой поверхностью, какъ полированной, такъ и шероховатой, но *правильно отражаетъ* только полированная (зеркальная) поверхность, такъ какъ она, измѣняя направленiе лучей, *не измѣняетъ ихъ взаимнаго наклоненiя.* Значитъ, если на зеркало падаетъ пучокъ параллельныхъ лучей, то лучи, отразившись, идутъ параллельно; если падаетъ пучокъ расходящихся лучей, то они послѣ отраженiя расходятся подъ тѣми же углами другъ къ другу, что и прежде. Не то наблюдается, если лучи падаютъ на шероховатую поверхность; такъ, пусть пучокъ параллельныхъ лучей S (рис. 435) падаетъ на шероховатую [2]) поверхность MN; отдѣльные лучи даннаго пучка падаютъ на эту поверхность подъ различными углами, и поэтому послѣ отраженiя они пойдутъ по различнымъ направленiямъ a, b, c и т. д., т.-е. лучи послѣ отраженiя неправильно разбрасываются во всѣ стороны; эти лучи даютъ такъ называемый *разсѣянный свѣтъ.* Замѣчательно то, что темныя тѣла мы можемъ видѣть только посредствомъ разсѣиваемаго ими свѣта. Такъ, если въ совершенно темную комнату пропустить лучи солнца на зеркало, то они отразятся, и самого зеркала почти не будетъ видно (видны будутъ лишь предметы, въ немъ отражающiеся); также мы не видимъ чистаго стекла (или другого прозрачнаго тѣла), пропускающаго всѣ лучи и совершенно не разсѣивающаго свѣта. Вообще, когда свѣтъ падаетъ на какое-либо непрозрачное тѣло, то часть его *отражается,* какъ отъ зеркала, другая часть *разсѣивается,* и третья—*поглощается* тѣломъ. Если тѣло *прозрачно,* то оно большую часть лучей *пропускаетъ* и часть ихъ поглощаетъ; отраженiя же и разсѣиванiя не происходитъ. Соотношенiе величины указанныхъ частей различно и зависитъ отъ качества тѣла, на которое свѣтъ падаетъ; такъ, *полированныя* поверхности $^3/_4$ лучей *отражаютъ,* шероховатыя—почти весь свѣтъ разсѣиваютъ, наконецъ, *черныя*—почти весь свѣтъ *поглощаютъ* и т. д.

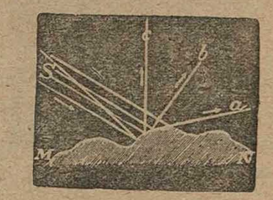


Рис. 435.

---

[1]) Калейдоскопъ устроенъ такъ: три плоскихъ зеркала a, b и c складываются отражающими поверхностями внутрь такъ, чтобы они образовали трехгранную призму, и заключаютъ въ трубку „p“; основанiе призмы покрываютъ стекломъ, на которое насыпаютъ разноцвѣтныхъ кусочковъ стекла и покрываютъ ихъ вновь стекломъ. Когда смотрятъ съ противоположнаго конца трубки, обративъ ее противъ свѣта, то видятъ причудливыя разноцвѣтныя фигуры, безпрерывно измѣняющiяся при вращенiи трубки.

[2]) На рисункѣ шероховатости для большей наглядности изображены значительно увеличенными

259. Сферическія зеркала.

Сферическими зеркалами назыв. такія зеркала, полированная поверхность которыхъ составляетъ часть сферической (шаровой) поверхности. Сферическія зеркала бываютъ *вогнутыя* и *выпуклыя* [1]. Сферическія зеркала обычно составляютъ очень незначительную часть шаровой поверхности, такъ какъ радіусъ послѣдней очень великъ по сравненію съ размѣрами зеркала. Прямая SE (рис. 436), проходящая черезъ центръ („C") шаровой поверхности и середину

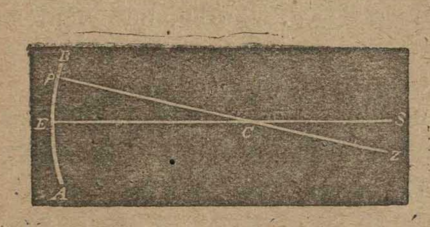


Рис. 436.

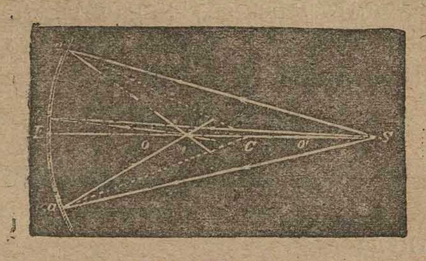


Рис. 437.

(„E") зеркала, называется **главной оптической осью**; всякая иная прямая (напр., ZP), проходящая черезъ центръ („C") и какую-нибудь точку (P) зеркала, называется *побочной оптической осью*.

260. Фокусъ лучей въ вогнутомъ зеркалѣ.

На вогнутое зеркало „aEc" (рис. 437) падаютъ изъ свѣтящейся точки „S" лучи Sa, Sb, Sc и т. д. Для того, чтобы найти направленіе ихъ послѣ отраженія, надо, какъ мы уже знаемъ, возставить перпендикуляры въ точкахъ ихъ паденія къ отражающей поверхности; изъ геометріи намъ извѣстно, что перпендикуляромъ къ шаровой поверхности считается ея радіусъ [2]; поэтому изъ центра „C" проводимъ въ точки паденія лучей радіусы Ca, Cb и Cc; тогда углами паденія будутъ углы $\angle SaC$, $\angle SbC$, $\angle ScC$; построивъ равные имъ углы отраженія $\angle Caf$, $\angle Cbf$, $\angle Ccf$, найдемъ, что *всѣ лучи*, падающіе недалеко отъ середины „E" зеркала и потому называемые *центральными*, *отразившись отъ зеркала*, *пересѣкаютъ главную оптическую ось въ одной и той же точкѣ* («f»), называемой **фокусомъ** этихъ лучей; разстояніе же (fE) фокуса отъ середины зеркала называется *фокуснымъ разстояніемъ*.

Зная разстояніе свѣтящейся точки отъ зеркала и величину радіуса зеркала, мы можемъ опредѣлить и фокусное разстояніе.

---

[1] Различіе между ними ясно: у *вогнутыхъ* зеркалъ отполирована внутренняя, вогнутая часть шаровой поверхности, а у *выпуклыхъ*—внѣшняя, выпуклая часть ея.

[2] Такъ какъ шаровую поверхность можно представить состоящей изъ безчисленнаго множества весьма малыхъ плоскостей, то очевидно, радіусъ, проведенный къ каждой изъ такихъ плоскостей, будетъ къ ней перпендикуляренъ.

Обозначивъ разстояніе „Sb“ свѣтящейся точки отъ зеркала черезъ „b“ и радіусъ „CE“ зеркала черезъ „r“, разсмотримъ треугольникъ „Saf“ (рис. 437), образованный лучами падающимъ и отраженнымъ съ оптической осью. Въ этомъ треугольникѣ линія „aC“ дѣлитъ уголъ $\angle faS$ пополамъ [1]); значитъ, по извѣстной изъ геометріи теоремѣ, она дѣлитъ сторону „fS“, противолежащую углу, на части, пропорціональныя двумъ другимъ сторонамъ; слѣдовательно:

$$fC : CS = fa : aS.$$

Для лучей центральныхъ, съ очень малой ошибкой, можно принять, что $fa = Ef$, то-есть фокусному разстоянію, которое обозначимъ черезъ „f“; значитъ, $fa = Ef = f$; точно также можно принять, безъ большой ошибки, что $aS = ES = d$. Далѣе, изъ чертежа мы видимъ, что

$$fC = EC - Ef = r - f, \text{ и } CS = ES - EC = d - r.$$

Подставивъ въ полученную выше пропорцію найденныя затѣмъ обозначенія величинъ, входящихъ въ пропорцію, получимъ

$$(r - f) : (d - r) = f : d,$$

откуда

$$(r - f)\, d = (d - r)\, f,$$

откуда

$$rd - fd = df - rf,$$

откуда

$$rd + rf = 2df.$$

Раздѣливъ обѣ части полученнаго уравненія на rdf, получимъ *формулу*:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{2}{r} \ldots\ldots \text{ (I-я формула)},$$

выражающую зависимость между a) фокуснымъ разстояніемъ, b) разстояніемъ свѣтящейся точки отъ зеркала и c) радіусомъ зеркала.

Далѣе изъ предпослѣдняго равенства

$$rd + rf = 2df$$

заключаемъ, что

$$rd = 2df - rf = (2d - r)\, f,$$

откуда находимъ *формулу*

$$f = \frac{rd}{2d - r} \ldots\ldots \text{ (II-я формула)},$$

опредѣляющую фокусное разстояніе черезъ радіусъ зеркала и разстояніе отъ него свѣтящейся точки. Такъ какъ „d“ и „r“ одинаковы для всѣхъ лучей, исходящихъ изъ точки „S“, то эта формула показываетъ, что и „f“ (фокусное разстояніе) остается неизмѣннымъ для всѣхъ отраженныхъ лучей, т.-е. что *всѣ отраженные лучи пересѣкаются съ оптической осью въ одной точкѣ, которая и является фокусомъ.*

Если мы глазъ помѣстимъ между фокусомъ (f) и зеркаломъ, положимъ, въ точкѣ „O“, то онъ, находясь подъ впечатлѣніемъ сходящихся лучей, ничего не увидитъ; если же помѣстить глазъ за фокусомъ (f), положимъ, въ точкѣ „O′“, то онъ будетъ на-

---

[1]) Такъ какъ она отдѣляетъ равные другъ другу уголъ паденія и уголъ отраженія.

ходиться подъ впечатлѣніемъ лучей, расходящихся изъ фокуса „f", и потому увидитъ въ немъ свѣтящуюся точку, которая будетъ **дѣйствительнымъ** изображеніемъ свѣтящейся точки „S", — дѣйствительнымъ, такъ какъ лучи, попадающіе въ глазъ, на самомъ дѣлѣ выходятъ изъ точки «f», а не кажутся только выходящими, какъ это наблюдается при отраженіи отъ плоскихъ зеркалъ.

Съ измѣненіемъ разстоянія „d" свѣтящейся точки отъ зеркала измѣняется и фокусное разстояніе „f". Если свѣтящаяся точка «S» безконечно удалена отъ зеркала, то лучи, идущіе отъ нея, можно считать параллельными главной оптической оси. Въ формулѣ $\frac{1}{f}+\frac{1}{d}=\frac{2}{r}$ при увеличеніи „d" дробь $\frac{1}{d}$ уменьшается, и, когда „d" станетъ безконечно большой величиной, вся дробь $\left(\frac{1}{d}\right)$ станетъ безконечно малой величиной, т.-е. равной нулю; тогда формула $\frac{1}{f}+\frac{1}{d}=\frac{2}{r}$ обратится въ равенство $\frac{1}{f}=\frac{2}{r}$. Для разсматриваемаго случая, когда лучи идутъ параллельно главной оптической оси, фокусное разстояніе обозначаютъ черезъ „F", и потому полученное равенство пишется такъ: $\frac{1}{F}=\frac{2}{r}$; изъ него опредѣляютъ, что

$$F=\frac{r}{2} \text{ (III-я формула).}$$

Это значитъ, что лучи, параллельные главной оптической оси (рис. 438), послѣ отраженія пересѣкаются въ точкѣ F, дѣлящей радіусъ (r) пополамъ; эта точка называется **главнымъ фокусомъ**, и разстояніе ея отъ зеркала (FE) — **главнымъ фокуснымъ разстояніемъ**. Изъ формулы III-й видно, что *главное фокусное разстояніе равно половинѣ радіуса сферическаго зеркала*. Справедливость этого легко доказать и помощью геометріи. Дѣйствительно, Sa ∥ CE; значитъ, ∠ SaC = ∠ aCF, какъ углы, накрестъ лежащіе; ∠ SaC = ∠ CaF, какъ уголъ паденія и отраженія; двѣ величины (∠ aCF и ∠ CaF), порознь равныя третьей (∠ SaC), равны между собой; слѣдовательно, ∠ aCF = ∠ CaF; слѣдовательно, △ CFa — равнобедренный; значитъ, въ немъ FC = aF; но aF = EF, что можно допустить безъ большой ошибки, такъ какъ лучъ „Sa" — центральный; слѣдовательно, FC = EF, т.-е. точка F дѣлитъ радіусъ EC пополамъ, что и требовалось доказать.

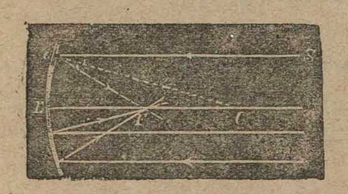


Рис. 438.

Главное фокусное разстояніе нетрудно опредѣлить опытнымъ путемъ. Для этого обращаютъ зеркало къ солнцу, лучи отъ котораго за его безконечной отдаленностью можно считать параллельными; затѣмъ, на оптической оси помѣщаютъ небольшой кусочекъ бумаги; на немъ получается свѣтлый кружокъ; отдаляя и приближая къ зеркалу этотъ кусочекъ бумаги, замѣчаютъ, что при нѣкоторомъ разстояніи его отъ зеркала свѣтлый кружокъ имѣетъ наименьшую величину (приближающуюся по размѣрамъ къ яркой

точкѣ); очевидно, здѣсь [1]) и будетъ находиться главный фокусъ; измѣривъ разстояніе бумаги отъ зеркала, получимъ главное фокусное разстояніе; удвоивъ его, получимъ радіусъ зеркала.

Помѣстимъ въ главномъ фокусѣ (рис. 438) свѣтящуюся точку; тогда, очевидно, прежніе углы отраженія станутъ углами паденія, и, наоборотъ, углы паденія станутъ углами отраженія; значитъ, всѣ отраженные лучи пойдутъ *параллельно* оси зеркала. На этомъ основано устройство *рефлекторовъ* (*прожекторовъ*) для передачи освѣщенія на большое разстояніе, для чего въ главномъ фокусѣ вогнутаго зеркала помѣщается сильный источникъ свѣта (какъ, напр., Вольтова дуга), яркіе лучи котораго идутъ послѣ отраженія параллельнымъ пучкомъ и потому почти совершенно не ослабляются на очень большомъ разстояніи.

261. Перемѣщеніе фокуса въ зависимости отъ перемѣщенія свѣтящейся точки.

1) Если свѣтящаяся точка находится безконечно далеко отъ зеркала, то лучъ падающій „SA“ (рис. 439) идетъ параллельно главной оптической оси и послѣ отраженія проходитъ черезъ главный фокусъ «F», дѣлящій, какъ уже установлено выше, пополамъ радіусъ зеркала. 2) Пусть *свѣтящаяся точка приближается къ зеркалу*, переходя черезъ положенія S_1, S_2, S_3 и т. д., тогда *углы паденія* лучей «S_1A, S_2A..... и т. д., образованные съ радіусомъ OA, проведеннымъ въ точку паденія, постепенно уменьшаются; значитъ, и углы отраженія также уменьшаются, а, слѣдовательно, *фокусъ удаляется отъ главнаго фокуса* F, переходя черезъ положенія f_1, f_2, f_3... и т. д. 3) Когда свѣтящаяся точка, приближаясь къ зеркалу, будетъ находиться въ центрѣ „O“, то лучи отъ нея, идя по радіусамъ, будутъ перпендикулярны къ поверхности зеркала, и потому отраженные лучи пойдутъ обратно по тому же самому направленію; слѣдовательно, фокусъ лучей отраженныхъ будетъ въ центрѣ, т.-е. въ немъ *одновременно будетъ находиться и свѣтящаяся точка, и ея фокусъ*. 4) Когда, далѣе, *свѣтящаяся точка будетъ приближаться отъ центра «O» къ главному фокусу* F, то направленіе прежнихъ отраженныхъ лучей будетъ направленіемъ лучей падающихъ, и потому, обратно, направленіемъ лучей отраженныхъ будетъ направленіе прежнихъ падающихъ лучей (это хорошо видно изъ чертежа). Значитъ, когда свѣтящаяся точка будетъ перемѣщаться отъ „O“ къ „F“, проходя черезъ положенія f_3, f_2, f_1....., *ея фокусъ будетъ удаляться отъ центра «O»*, переходя черезъ положенія S_3, S_2, S_1.... на безконечно большое разстояніе отъ зеркала; такъ что когда свѣтящаяся точка по-

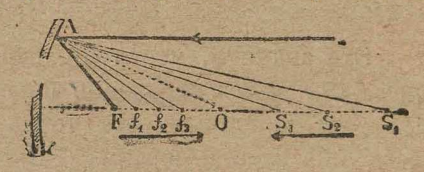


Рис. 439.

[1] Такъ какъ здѣсь пересѣкаются всѣ отраженные лучи.

мѣстится въ главномъ фокусѣ «F», то, какъ мы уже знаемъ отраженные лучи пойдутъ параллельно главной оптической оси, т.-е. фокусъ ихъ будетъ на безконечно большомъ разстояніи отъ зеркала. По мѣрѣ движенія свѣтящейся точки отъ центра къ главному фокусу, углы паденія, а слѣдов., и отраженія все увеличиваются.

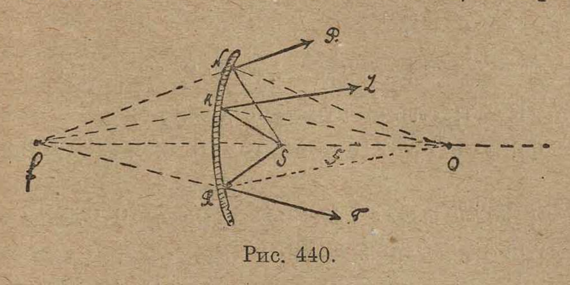


Рис. 440.

5) Наконецъ, когда свѣтящаяся точка «S», все приближаясь къ зеркалу, помѣстится между главнымъ фокусомъ F (рис. 440) и зеркаломъ, то углы паденія ($\angle SKO$, $\angle SNO$, $\angle SRO$ .....) сдѣлаются настолько большими, что отраженные лучи (KL, NP, PT.....) пойдутъ пучкомъ *расходящимся*; глазу будетъ *казаться*, что они выходятъ изъ точки «f», находящейся за зеркаломъ на пересѣченіи (геометрическихъ) продолженій отраженныхъ лучей; значитъ, точка «f» будетъ **мнимымъ фокусомъ**, изъ котораго отраженные лучи *какъ бы* исходятъ.

Соединяя воедино все выше сказанное, получимъ слѣдующій законъ: *когда свѣтящаяся точка приближается изъ безконечно большого разстоянія къ главному фокусу, то фокусъ лучей удаляется отъ главнаго фокуса до безконечно большого разстоянія, при чемъ въ центрѣ зеркала свѣтящаяся точка и фокусъ встрѣчаются; когда свѣтящаяся точка отъ главнаго фокуса приближается къ зеркалу, то отраженные лучи дѣлаются расходящимися, и фокусъ становится мнимымъ, располагаясь за зеркаломъ.*

Далѣе, изъ сказаннаго ясно, что свѣтящаяся точка и ея фокусъ *могутъ мѣняться мѣстами*; поэтому они называются *сопряженными точками*. Все это находитъ себѣ прекрасное подтвержденіе въ слѣдующемъ математическомъ анализѣ.

Беремъ формулу $\frac{1}{f}+\frac{1}{d}=\frac{2}{r}$ (см. предш. § 260, формула I-я); мы знаемъ далѣе, что $r=2F$ (изъ формулы III-ьей предшест. § 260); подставивъ въ первое равенство значеніе «r» изъ второй, найдемъ формулу

$$\frac{1}{f}+\frac{1}{d}=\frac{1}{F},$$

выражающую зависимость между a) разстояніемъ свѣтящейся точки отъ зеркала (d), b) фокуснымъ разстояніемъ (f) и c) главнымъ фокуснымъ разстояніемъ (F). Прежде всего эта формула подтверждаетъ, что свѣтящаяся точка и ея фокусъ—*точки сопряженныя*, такъ какъ „d“ и „f“ входятъ въ нее совершенно одинаково, такъ что, если на мѣсто „d“ подставить величину, равную „f“, то „f“ будетъ равно прежнему значенію „d“, т.-е. фокусъ и свѣтящаяся точка помѣняются мѣстами.

1. Если *свѣтящаяся точка находится безконечно далеко отъ зеркала*, то $d=\infty$; тогда выведенная выше формула приметъ видъ: $\frac{1}{f}+\frac{1}{\infty}=\frac{1}{F}$; но $\frac{1}{\infty}=0$; значитъ, $\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$; слѣдовательно, $f=F$,

т.-е. въ этомъ случаѣ (лучи падаютъ параллельно оптической оси) фокусъ свѣтящейся точки помѣщается въ главномъ фокусѣ зеркала.

2. Если *свѣтящаяся точка находится въ центрѣ зеркала*, то $d = r$; но $r = 2F$; значитъ, $d = 2F$; это значеніе „d" подставляемъ въ изслѣдуемую формулу:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{2F} = \frac{1}{F}, \text{ откуда } \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{2F} = \frac{2}{2F} - \frac{1}{2F} = \frac{1}{2F}, \text{ т.-е. } \frac{1}{f} = \frac{1}{2F},$$

откуда $f = 2F$; но $2F = r$; слѣдовательно, $f = r$; значитъ, въ этомъ случаѣ фокусъ свѣтящейся точки помѣщается въ центрѣ зеркала.

3. Если *свѣтящаяся точка находится въ главномъ фокусѣ*, то $d = F$; тогда разсматриваемая формула принимаетъ видъ:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F}, \text{ откуда } \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{F} = 0, \text{ т.-е. } \frac{1}{f} = 0;$$

изъ теоріи алгебры намъ извѣстно, что такое равенство возможно лишь при томъ, что $f = \infty$; значитъ, въ этомъ случаѣ фокусъ свѣтящейся точки уходитъ на безконечно большое разстояніе отъ зеркала, и отраженные лучи дѣлаются параллельными главной оптической оси.

4. Если *свѣтящаяся точка находится между главнымъ фокусомъ и зеркаломъ*, то $d < F$; слѣдовательно, $\frac{1}{d} > \frac{1}{F}$; изъ формулы же $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$ мы находимъ, что $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$; эта разность $\left(\frac{1}{F} - \frac{1}{d}\right)$ отрицательна, такъ какъ вычитаемое $\left(\frac{1}{d}\right)$ больше уменьшаемаго $\left(\frac{1}{F}\right)$; значитъ, дробь $\frac{1}{f}$ есть величина отрицательная; слѣдовательно, и *f есть величина отрицательная*; значитъ, дѣйствительнаго фокуса въ этомъ случаѣ не существуетъ, а есть только мнимый за зеркаломъ.

262. Фокусъ свѣтящейся точки, лежащей на побочной оптической оси.

Всѣ выведенные выше законы отраженія отъ сферическаго зеркала по отношенію къ свѣтящейся точкѣ, находящейся на главной оптической оси, вполнѣ примѣнимы и къ свѣтящейся точкѣ «S» (рис. 441), лежащей на *побочной оптической оси* „CD", такъ какъ по *существу* побочная оптическая ось ничѣмъ отъ главной не отличается; слѣдовательно, *фокусъ свѣтящейся точки, лежащей на побочной оптической оси, лежитъ на ней же самой*. Найти фокусъ свѣтящейся точки „S" (рис. 442), лежащей на побочной оптической оси „SB", очень легко.

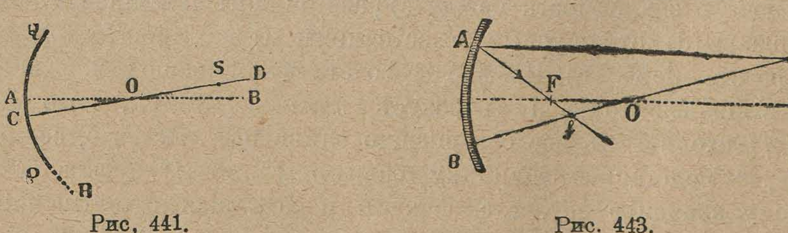


Рис. 441.
Рис. 443.

Для этого достаточно опредѣлить точку пересѣченія послѣ отраженія двухъ такихъ лучей, падающихъ на зеркало изъ точки „S“, для которыхъ направленіе отраженныхъ лучей легко построить; очевидно, такими лучами должны быть: a) **лучъ „SA“, параллельный главной оптической оси,** и b) **лучъ „SB“, идущій по самой побочной оси.** Первый лучъ (SA) *послѣ* отраженія проходитъ черезъ главный фокусъ F; второй лучъ (SB), падающій на зеркало по направленію радіуса „OB“, т.-е. по направленію, перпендикулярному къ отражающей поверхности, возвратится назадъ по тому же направленію (т.-е. пойдетъ, отразившись по направленію побочной оси). Значитъ, оба взятые нами луча пересѣкутся между собою послѣ отраженія въ точкѣ „f“, которая и будетъ фокусомъ свѣтящейся точки, такъ какъ гдѣ пересѣкаются два отраженныхъ луча, тамъ должны пересѣчься и всѣ остальные отраженные лучи. Умѣя опредѣлять мѣсто фокуса для всякой свѣтящейся точки, лежащей на побочной оптической оси (т.-е., иначе говоря, для всякой свѣтящейся точки, *не лежащей на главной оси*), нетрудно, какъ мы увидимъ въ слѣдующемъ параграфѣ, построить изображеніе предмета въ сферическомъ зеркалѣ.

263. Построеніе изображеній въ вогнутомъ зеркалѣ.

Возможны три положенія предмета передъ зеркаломъ; разсмотримъ каждое изъ нихъ отдѣльно.

1) Предметъ („AB“—рис. 443) находится передъ зеркаломъ **въ разстояніи больше радіуса.** Найдемъ раньше изображенія крайнихъ точекъ „A“ и „B“ предмета. Для этого изъ точки „A“ проводимъ два луча (см. предыдущій параграфъ): a) лучъ „AM“, параллельный главной оптической оси; онъ послѣ отраженія пройдетъ черезъ главный фокусъ „F“; и b) лучъ „AN“, идущій по побочной оптической оси; онъ послѣ отраженія будетъ итти обратно по тому же самому пути; значитъ, оба луча послѣ отраженія пересѣкутся въ точкѣ „*a*“, которая и будетъ фокусомъ точки „A“, т.-е. будетъ ея изображеніемъ въ зеркалѣ и при томъ, очевидно, *дѣйствительнымъ изображеніемъ.* Точно также и изъ точки „B“ проводимъ два луча: a) „BN“, параллельный главной оптической оси, и b) „BM“, идущій по побочной оптической оси; первый послѣ отраженія пройдетъ черезъ главный фокусъ „F“, второй—будетъ итти обратно по тому же пути, и оба пересѣкутся въ точкѣ „*b*“, которая и будетъ *изображеніемъ дѣйствительнымъ* точки „B“. Ясно, что изображенія всѣхъ остальныхъ точекъ предмета „AB“, расположенныхъ между крайними точками „A“ и „B“, будутъ находиться между найденными изображеніями „*a*“ и „*b*“ этихъ послѣднихъ точекъ; слѣдовательно, „*ab*“ будетъ изображеніемъ предмета „AB“. Изъ чертежа видно, что въ этомъ случаѣ *изображеніе, находясь между центромъ и*

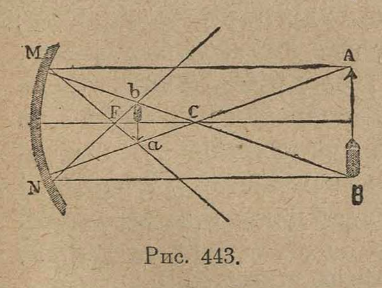


Рис. 443.

фокусомъ, будетъ **обратное, уменьшенное и дѣйствительное**, такъ какъ представляетъ совокупность дѣйствительныхъ фокусовъ разныхъ точекъ предмета „AB“.

2) Предметъ („AB“—рис. 444) находится передъ зеркаломъ **между центромъ и главнымъ фокусомъ**. Опять находимъ сначала изображенія крайнихъ точекъ „A“ и „B“ предмета, проводя изъ каждой точки два извѣстныхъ уже намъ луча. Такъ, изъ точки „A“ проводимъ, во-1-хъ, лучъ „AM“, параллельный главной оптической оси; онъ послѣ отраженія пойдетъ черезъ главный фокусъ „F“ по направленію „Ma“; и, во-2-хъ, лучъ „AN“—по направленію побочной оптической оси CAN; этотъ лучъ послѣ отраженія пойдетъ обратно по тому же направленію; оба луча пересѣкутся въ точкѣ „*a*“, которая и будетъ изображеніемъ (фокусомъ) точки „A“.

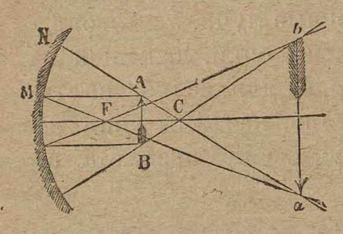


Рис. 444.

Рис. 445.

Подобнымъ образомъ строятся и изображенія точки „B“ и всѣхъ прочихъ точекъ предмета „AB“. Изъ чертежа ясно, что въ этомъ случаѣ *изображеніе, находясь за центромъ*, будетъ **обратное, увеличенное и дѣйствительное**.

3) Предметъ („MN“—рис. 445) находится **между главнымъ фокусомъ и зеркаломъ**. Проведя точно тѣ же лучи, что и раньше, мы увидимъ, что отраженные лучи будутъ расходящимися; поэтому глазъ, находясь подъ впечатлѣніемъ лучей расходящихся, увидитъ изображеніе точки „M“ за зеркаломъ въ точкѣ „*m*“ на пересѣченіи (продолженія) отраженныхъ отъ точки „M“ лучей; въ точкѣ „n“ за зеркаломъ на пересѣченіи продолженія лучей отраженныхъ отъ точки N глазъ увидитъ изображеніе этой послѣдней точки; значитъ, весь предметъ „MN“ будетъ видѣнъ за зеркаломъ въ положеніи „mn“. Слѣдовательно, въ этомъ случаѣ *изображеніе, находясь за зеркаломъ*, будетъ **прямое, увеличенное и мнимое** [1]).

[1]) Всѣ сдѣланныя нами построенія легко подтверждаются на опытѣ: 1) въ темной комнатѣ къ вогнутому зеркалу поднесемъ, положимъ, свѣчу, такъ чтобы она была отъ зеркала на разстояніи, большемъ радіуса; пробуя затѣмъ ставить на разныхъ разстояніяхъ отъ зеркала (между его центромъ и главнымъ фокусомъ) небольшой кусокъ бѣлой бумаги, мы найдемъ такое его положеніе, при которомъ на бумагѣ отчетливо обрисовывается *обратное и уменьшенное* изображеніе свѣчи; 2) подвинемъ свѣчу къ зеркалу такъ, чтобы она была между центромъ и главнымъ фокусомъ; тогда бѣлую бумагу надо помѣстить за свѣчой, и при нѣкоторомъ ея положеніи за центромъ зеркала на ней образуется *обратное и увеличенное* изображеніе свѣчи; наконецъ, 3) помѣстимъ свѣчу между зеркаломъ и его главнымъ фокусомъ; тогда на бумагѣ получить изображеніе мы не можемъ, т. к. это изображеніе *мнимое*, но мы увидимъ свѣчу въ зеркалѣ въ *прямомъ и увеличенномъ* видѣ.

264. Фокусъ и построенiе изображенiй въ выпукломъ зеркалѣ

Пусть изъ свѣтящейся точки «S» (рис. 446) падаютъ лучи Sp, Sq, Sg... на выпуклое зеркало «AB»; построивъ углы отраженiя $\angle$ mpz, $\angle$ nqz$_1$, $\angle$ tgz$_2$..., мы ясно увидимъ, что лучи послѣ отраженiя становятся расходящимися, и потому глазъ увидитъ свѣтящуюся точку (*мнимое изображенiе* точки «S») за зеркаломъ въ точкѣ «f» на пересѣченiи продолженныхъ отраженныхъ лучей; эта точка будетъ *мнимымъ фокусомъ*. Нетрудно доказать теоретически точно такъ же, какъ и по отношенiю къ вогнутому зеркалу, что *всѣ центральные лучи* (т.-е.

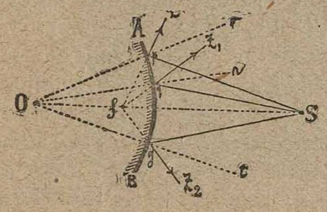


Рис. 446.

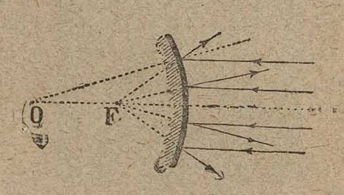


Рис. 447.

падающiе близко отъ центра зеркала) *послѣ отраженiя отъ выпуклаго зеркала имѣютъ такое направленiе, что ихъ геометрическiя продолженiя за зеркало сходятся въ одной точкѣ, называемой* **мнимымъ** *фокусомъ*—мнимымъ потому, что лучи не пересѣкаются дѣйствительно въ этой точкѣ, а только кажутся изъ нея выходящими. Если на выпуклое зеркало падаютъ *лучи параллельные* (рис. 447), то геометрическiя продолженiя отраженныхъ лучей пересѣкаются въ точкѣ F», называемой *главнымъ фокусомъ*. *Побочная оптическая ось* выпуклаго зеркала, какъ и зеркала вогнутаго, по свойствамъ своимъ не отличается отъ главной оптической оси; такъ что, если свѣтящаяся точка лежитъ на побочной оси, то ея мнимый фокусъ лежитъ именно на этой оси.

При построенiи изображенiя въ выпукломъ зеркалѣ, очевидно, можетъ представиться лишь одинъ случай, такъ какъ и центръ, и главный фокусъ находятся за зеркаломъ. Пусть надо построить въ выпукломъ зеркалѣ изображенiе предмета «AB» (рис. 448); поступаемъ точно такъ же, какъ и при построенiи изображенiй въ вогнутомъ зеркалѣ, т.-е. находимъ сначала изображенiя крайнихъ точекъ «A» и «B» предмета. Для этого изъ точки «A» проводимъ два

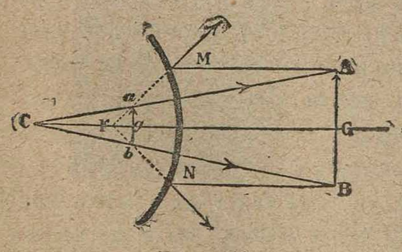


Рис. 448.

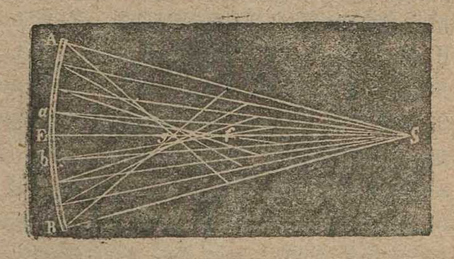


Рис. 449.

луча: одинъ—«MA», параллельный главной оси, другой—по направленiю побочной оси «AC»; первый отразится по направленiю прямой, проходящей черезъ главный (мнимый) фокусъ, второй отразится назадъ по тому же направленiю, по какому шелъ. Значитъ (это ясно изъ чертежа), лучи послѣ отраженiя становятся расходящимися, и глазъ, находясь подъ ихъ впечатлѣнiемъ, увидитъ изображенiе точки «A» въ точкѣ «a» за зеркаломъ, на пересѣченiи геометрическихъ продолженiй отраженныхъ лучей. Подобнымъ же образомъ находимъ, что изображенiе

точки «В» будетъ въ точкѣ «b»; значитъ, „ab“ будетъ изображенiемъ всего предмета „АВ“. Слѣдовательно, въ выпукломъ зеркалѣ получается изображенiе **мнимое, прямое и уменьшенное**, и притомъ тѣмъ меньше, чѣмъ дальше предметъ [1]).

265. Сферическая аберрацiя.

Выше мы уже говорили, что въ одной точкѣ послѣ отраженiя отъ вогнутаго зеркала пересѣкаются только лучи центральные, т. е. падающiе на зеркало близко отъ центра; но вѣдь (рис. 449) лучи изъ точки „S“ падаютъ и на края зеркала; эти послѣднiе лучи послѣ отраженiя пересѣкутся въ нѣкоторой точкѣ „g“, болѣе близкой къ зеркалу, чѣмъ фокусъ „f“ центральныхъ лучей. Понятно, поэтому, что всѣ отраженные лучи не пересѣкаются въ одной точкѣ, а заполняютъ пространство между точками „g“ и „f“; вслѣдствiе этого на бумагѣ, если ее держать въ этомъ мѣстѣ (между «g» и «f»), получается не точка, а кружокъ. Этимъ объясняется и нѣкоторая неясность при отраженiи въ зеркалѣ цѣлаго предмета; это *явленiе неясности изображенiй, производимыхъ сферическими зеркалами*, называется **сферической аберрацiею**. Чѣмъ меньше зеркало по сравненiю съ его радiусомъ, тѣмъ, очевидно, аберрацiя меньше, такъ какъ тогда всѣ лучи приближаются къ центральнымъ, и, наоборотъ, съ увеличенiемъ размѣровъ зеркала аберрацiя увеличивается. Можно приготовить и такое зеркало, которое *не будетъ давать никакой аберрацiи* для лучей, исходящихъ изъ точки, находящейся на опредѣленномъ разстоянiи отъ зеркала, т.-е. *всѣ* лучи послѣ отраженiя пересѣкутся дѣйствительно въ одной точкѣ. Приготовить такiя зеркала очень трудно, такъ какъ ихъ поверхность должна имѣть особую форму: *параболоида вращенiя*—для лучей параллельныхъ и *эллипсоида вращенiя*—для лучей расходящихся.

III. Преломленiе свѣта (рефракцiя).

266. Преломленiе свѣта; его основные законы.

Мы знаемъ, что, распространяясь въ однородной средѣ, лучи имѣютъ прямолинейное направленiе. Но часто свѣтъ переходитъ изъ одной прозрачной средины въ другую, и тогда первоначальное направленiе лучей измѣняется; такъ, если отъ свѣтящейся точки „S“ (рис. 450) въ пустотѣ идетъ лучъ „SA“, входящiй затѣмъ въ прозрачную средину Q, то онъ отклоняется отъ своего первоначальнаго направленiя (SA) и идетъ по новому направленiю „AZ“; это явленiе и называется **преломленiемъ свѣта**. Возставивъ перпендикуляръ „ВС“ въ точкѣ паденiя луча къ плоскости „MN“, отдѣляющей одну средину отъ другой, мы получимъ уголъ SAB, называемый **угломъ паденiя луча**, и уголъ ZAC, называемый **угломъ преломленiя луча**; *если лучъ переходитъ изъ пустоты въ средину, то уголъ паденiя больше угла преломленiя*, и, наоборотъ, *при переходѣ луча изъ средины въ пустоту, уголъ паденiя меньше угла преломленiя*.

Законы преломленiя, найденные *Декартомъ* [2]), заключаются въ

---

[1]) Въ жизни мы очень часто видимъ такiя изображенiя, т. к. очень многiе блестящiе предметы съ выпуклой поверхностью (пуговицы, чайники и т. д.) уподобляются выпуклымъ зеркаламъ, и въ нихъ всѣ окружающiе предметы отражаются въ *прямомъ* и *уменьшенномъ видѣ*.

[2]) Въ 1637 году

слѣдующемъ: 1) *лучъ падающій и лучъ преломленный лежатъ въ одной плоскости съ перпендикуляромъ, проведеннымъ къ раздѣляющей поверхности черезъ точку паденія луча*; 2) *отношеніе синуса угла паденія къ синусу угла преломленія есть величина, постоянная для каждой средины*. Пояснимъ послѣдній законъ примѣромъ: пусть изъ точекъ S, S_1, S_2... въ точку „A“ (рис. 451) падаютъ лучи, переходящіе затѣмъ въ средину Q; пре-

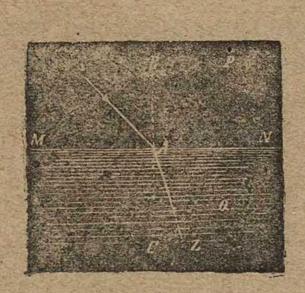


Рис. 450.

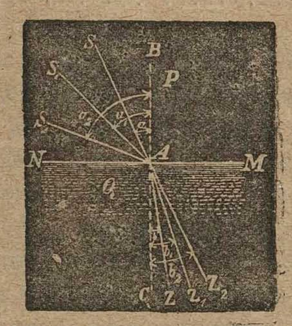


Рис. 451.

ломляясь въ ней, лучи получаютъ направленіе AZ, AZ_1, AZ_2... Для краткости обозначимъ *углы паденія* черезъ a, a_1, a_2, а соотвѣтствующіе имъ *углы преломленія* черезъ b, b_1, b_2; и вотъ разсматриваемый законъ показываетъ, что

$$\frac{Sin\ a}{Sin\ b} = \frac{Sin\ a_1}{Sin\ b_1} = \frac{Sin\ a_2}{Sin\ b_2} = \ldots$$

Обозначивъ *постоянный* знаменатель отношенія черезъ „m“, получимъ

$$\frac{\mathbf{Sin\ a}}{\mathbf{Sin\ b}} = \mathbf{m}.$$

Величина **„m“** называется **показателемъ преломленія** данной средины.

Мы говорили выше, что уголъ паденія при переходѣ луча изъ средины въ пустоту меньше угла преломленія; значитъ, если

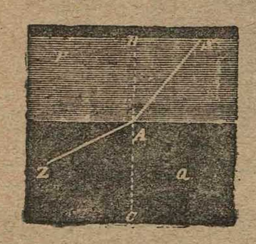


Рис. 452.

лучъ „SA“ (рис. 452) идетъ изъ средины „P“ въ пустоту „Q“, то, войдя въ послѣднюю, онъ удалится отъ перпендикуляра „BC“ и пойдетъ по направленію „AZ“. Ясно, что если бы падающимъ лучомъ былъ лучъ „ZA“, то преломленнымъ былъ бы лучъ „AS“, т.-е. теперешній уголъ паденія SAB есть прежній уголъ преломленія. Значитъ, обозначивъ уголъ паденія SAB черезъ **„a“** и уголъ преломленія черезъ „b“, найдемъ, что показатель преломленія при переходѣ изъ средины въ пустоту выражается равенствомъ:

$$\frac{\mathbf{Sn\ a}}{\mathbf{Sn\ b}} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{m}}.$$

Показатель преломленія *при переходѣ луча изъ данной средины въ пустоту* и обратно называется **абсолютнымъ**; изъ двухъ срединъ та, у которой абсолютный показатель преломленія больше, называется срединою *болѣе преломляющей*. Способъ опредѣленія абсолютнаго показателя бу-

детъ указанъ нами ниже (въ § 269); пока же укажемъ величины (въ круглыхъ числахъ) абсолютныхъ показателей преломленія для нѣкоторыхъ срединъ:

Алмазъ . . . . $2^1/_2$	Стекло съ примѣсью свинца 1,6 (флинтглясъ)
Стекло (обыкн.) . . . . . $1^1/_2$	Воздухъ . . . . . (почти) 1.
Вода . . . . $1^1/_3$	

Лучъ свѣта преломляется не только при переходѣ изъ средины въ пустоту и обратно, но и при переходѣ изъ одной средины въ другую; при этомъ онъ *приближается къ перпендикуляру, если идетъ изъ средины менѣе преломляющей въ болѣе преломляющую*, и, наоборотъ, при переходѣ изъ болѣе преломляющей средины въ менѣе преломляющую, онъ отдаляется отъ перпендикуляра; но и въ этомъ случаѣ, какъ и при переходѣ луча изъ пустоты въ средину, отношеніе синуса угла паденія къ синусу угла преломленія есть величина постоянная для данной пары срединъ; только оно называется **относительнымъ** *показателемъ преломленія*, въ отличіе отъ абсолютнаго показателя. Доказано теоріей и опытомъ, что *относительный показатель преломленія равенъ частному отъ дѣленія абсолютнаго показателя преломленія той средины, въ которую лучъ входитъ, на абсолютнаго показателя той средины, изъ которой лучъ выходитъ*. Значитъ, при переходѣ луча изъ стекла въ воду относительный показатель будетъ равенъ: $1^1/_3 : 1^1/_2 = \frac{4.2}{3.3} = \frac{8}{9}$.

Въ большинствѣ случаевъ приходится наблюдать относительное преломленіе, такъ какъ обычно лучи входятъ въ средины не изъ пустоты, а изъ воздуха; но такъ какъ абсолютный показатель прело-

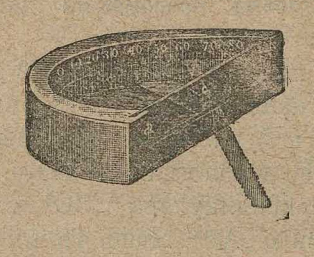


Рис. 453.

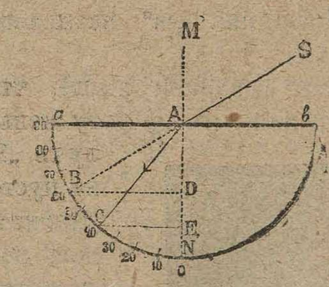


Рис. 454.

мленія воздуха почти не отличается отъ 1 (единицы) [1]), то почти совершенно безразлично (для опыта), идетъ ли лучъ въ пустотѣ или въ воздухѣ. Слѣдуетъ, далѣе, замѣтить, что какъ при переходѣ изъ средины въ пустоту и обратно, такъ и при переходѣ изъ одной средины въ другую преломленіе возможно лишь въ томъ случаѣ, когда лучъ падающій наклоненъ къ плоскости, раздѣляющей средины; если же онъ къ ней перпендикуляренъ, то преломленія не происходитъ. Провѣрить законы преломленія нетрудно при помощи простого прибора (рис. 453), представляющаго собою невы-

[1]) Онъ равенъ 1,0002947.

сокій полуцилиндрическій сосудъ, въ плоской стѣнкѣ „*ab*“ котораго (какъ разъ въ центрѣ ея) имѣется узкая щель „с“, задѣланная тонкимъ стекломъ; полукруглая стѣнка сосуда извнутри раздѣлена на градусы, при чемъ 0° шкалы стоитъ прямо противъ щели „с“, т.-е. въ мѣстѣ пересѣченія съ полуокружностью перпендикуляра „MN“ (рис. 454—схематическій разрѣзъ описываемаго прибора), проведеннаго къ плоскости „*ab*“ черезъ щель. Въ сосудъ до половины его высоты наливаютъ воды; передъ щелью ставятъ источникъ свѣта, такъ что пучокъ лучей отъ него входитъ въ сосудъ. Если лучи входятъ по направленію перпендикуляра „MN“, то въ водѣ они идутъ безъ преломленія; если же пучокъ лучей впустить въ щель наклонно къ плоскости „*ab*“, положимъ, по направленію „SA“, то верхняя часть пучка, идущая въ воздухѣ, надъ водой, пойдетъ безъ преломленія по прямой „AB“, нижняя же часть пучка преломится, приблизится къ перпендикуляру „MN“ и пойдетъ по направленію „AC“. Шкала показываетъ, что уголъ паденія въ разсматриваемомъ примѣрѣ равенъ 60°, уголъ преломленія = 40°; взявъ частное отъ дѣленія Sn 60° на Sn 40°, найдемъ показатель преломленія. Если мы измѣнимъ уголъ паденія, то измѣнится и уголъ преломленія, но отношеніе ихъ синусовъ остается неизмѣннымъ, что вполнѣ подтвердитъ второй законъ Декарта.

Преломленіемъ свѣта объясняются многія часто наблюдаемыя явленія. Такъ, если въ точкѣ „M“ на днѣ сосуда съ водой (рис 455) лежитъ какой-нибудь предметъ, положимъ, монета, то лучи „*Ma*“ и „*Mb*“, идущіе отъ нея, по выходѣ изъ воды отклонятся, станутъ еще болѣе расходящимися и будутъ казаться глазу, помѣ-

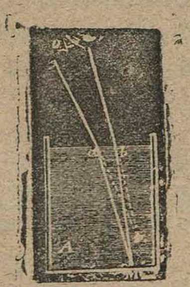


Рис. 455.

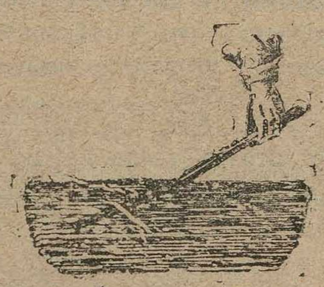


Рис. 456.

щенному надъ сосудомъ, выходящими изъ точки „*m*“, т.-е. глазъ увидитъ монету выше ея дѣйствительнаго положенія[1]). Если, далѣе, въ воду опустить часть палки (рис. 456), то палка покажется согнутою въ мѣстѣ ея пересѣченія съ поверхностью воды; это объясняется тѣмъ, что благодаря преломленію каждая точка погружаемой (въ воду) части кажется выше своего дѣйствительнаго положенія.

---

[1]) Этого не будетъ, если глазъ помѣстить прямо надъ монетой, т. к. тогда въ глазъ попадутъ только тѣ лучи отъ монеты, которые идутъ отъ нея перпендикулярно къ поверхности воды и потому не преломляются при выходѣ изъ нея.

267. Полное внутреннее отраженіе.

Если лучъ SA (рис. 452) идетъ изъ средины „P“ въ пустоту (или вообще въ менѣе преломляющую средину), то, выйдя, онъ отклонится отъ перпендикуляра и пойдетъ по направленію „AZ“; ясно, что съ увеличеніемъ угла паденія (∠SAB) будетъ увеличиваться отклоненіе преломленнаго луча AZ отъ перпендикуляра, и онъ будетъ приближаться къ плоскости, отдѣляющей средину отъ пустоты; постепенно увеличивая уголъ паденія (∠SAB), очевидно, можно его сдѣлать такимъ большимъ, что уголъ преломленія (∠ZAC) станетъ равнымъ 90°; тогда преломленный лучъ „AZ“ совпадетъ съ плоскостью, отдѣляющей средину отъ пустоты; дальнѣйшее увеличеніе угла паденія (∠SAB) поведетъ, какъ это показываетъ опытъ, къ тому, что лучъ преломленный AZ (рис. 457) не выйдетъ изъ средины, а отразится отъ плоскости „MN“, такъ что (согласно законамъ отраженія) уголъ отраженія (∠ZAB) будетъ равенъ углу паденія (∠SAB). Это явленіе, при которомъ, *благодаря большому размѣру угла паденія, лучъ падающій не выходитъ изъ средины, а отражается* отъ плоскости, отдѣляющей средину отъ пустоты, какъ отъ зеркала, называется **полнымъ** [1]) **внутреннимъ отраженіемъ**.

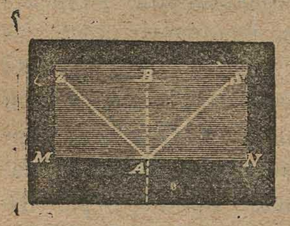


Рис. 457.

Очевидно, полное внутреннее отраженіе возможно лишь тогда, когда уголъ паденія луча достаточно великъ; и вотъ *наименьшій уголъ паденія, при которомъ наступаетъ полное внутреннее отраженіе*, называется **предѣльнымъ угломъ** [2]) полнаго внутренняго отраженія.

Опредѣлить этотъ уголъ довольно легко. Обозначивъ уголъ паденія черезъ „a“, уголъ преломленія черезъ „b“, найдемъ, что

$$\frac{Sna}{Snb} = \frac{1}{m}, \text{ откуда } mSna = Snb;$$

это значитъ, что съ увеличеніемъ угла паденія „a“ увеличивается и уголъ преломленія „b“, и притомъ значительно быстрѣй, такъ какъ приращеніе синуса угла „b“ равно приращенію синуса угла „a“, увеличенному въ „m“ разъ; изъ выше приведеннаго разсужденія ясно, что самый большій уголъ преломленія можетъ быть равенъ 90°, и ему какъ разъ будетъ соотвѣтствовать предѣльный уголъ полнаго внутренняго отраженія, такъ какъ дальнѣйшее увеличеніе угла паденія вызоветъ отраженіе; значитъ, при равенствѣ

$$mSna = Sn90$$

„a“ будетъ предѣльнымъ угломъ полнаго внутренняго отраженія; слѣдовательно,

$$Sna = \frac{Sn90}{m}.$$

---

[1]) „Полнымъ“ потому, что при этомъ почти весь свѣтъ отражается, и лишь самая незначительная часть его поглощается.

[2]) Предѣльнымъ, очевидно, потому, что стоитъ ему уменьшиться хотя бы на 1′, какъ тотчасъ же лучъ перестанетъ отражаться, выйдетъ изъ средины и образуетъ уже уголъ преломленія близкій къ 90°).

откуда

$$\text{Sn}a = \frac{1}{m}.$$

Изъ этой формулы, если извѣстенъ показатель преломленія средины, опредѣляютъ предѣльный уголъ полнаго внутренняго отраженія; онъ, очевидно, тѣмъ болѣе, чѣмъ менѣе показатель преломленія. Для *алмаза* предѣльный уголъ [1]) = 24°, для *воды* — 48°, для *стекла*—42° и т. д.

Въ существованіи полнаго внутренняго отраженія очень легко убѣдиться на слѣдующихъ опытахъ. 1) Въ стеклянный сосудъ (рис. 458) нальемъ воды и помѣстимъ за сосудомъ блестящую монету „*a*" такъ, чтобы лучи, идущіе отъ нея, падали на поверхность воды подъ угломъ (*abc*), большимъ предѣльнаго угла въ 48°; тогда эти лучи не выйдутъ черезъ воду въ воздухъ, а отразятся внутри воды и пойдутъ по направленію „*bd*" ($\angle dbc = \angle abc$), такъ

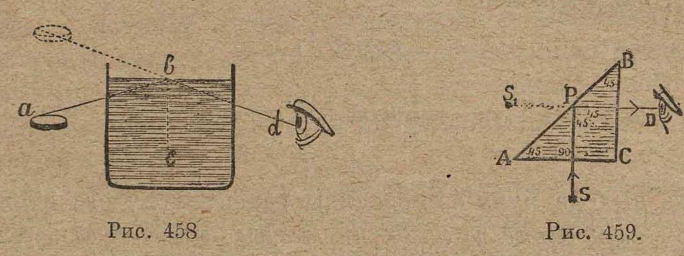


Рис. 458 Рис. 459.

что глазъ, помѣщенный по другую [2]) сторону сосуда, увидитъ на поверхности воды, какъ въ зеркалѣ, изображеніе монеты. 2) Пусть на отшлифованную стеклянную треугольную *призму*, сѣченіе которой есть *равнобедренный прямоугольный* треугольникъ ABC (рис. 459), падаетъ изъ свѣтящейся точки „S" лучъ „SP" [3]); уголъ его паденія на грань AB равенъ 45°, т.-е. болѣе предѣльнаго угла для стекла, равнаго 42°; вслѣдствіе этого лучъ „SP" отразится отъ грани „AB", какъ отъ зеркала, по направленію „PD", и глазъ увидитъ мнимое изображеніе свѣтящейся точки „S" въ точкѣ „S_1". Такія призмы *съ полнымъ внутреннимъ отраженіемъ* употребляются иногда въ оптическихъ приборахъ для измѣненія направленія свѣта.

268. Преломленіе свѣта въ срединахъ, ограниченныхъ параллельными плоскостями.

Пусть толстый слой стекла (рис. 460) ограниченъ параллельными плоскостями „LK" и „K_1L_1"; пусть, далѣе, на стекло падаетъ лучъ „AB". Входя изъ воздуха въ болѣе преломляющую средину, онъ приближается къ перпендикуляру (NN_1) и идетъ по направленію „BC"; выходя затѣмъ изъ стекла опять въ воздухъ, лучъ отклоняется отъ перпендикуляра (MM_1) и идетъ по направленію

---

[1]) Мы приводимъ только круглыя числа.

[2]) По другую сторону по отношенію къ расположенію монеты.

[3]) Онъ не преломляется о грань „AC", такъ какъ падаетъ къ ней перпендикулярно.

„CD". Обозначимъ соотвѣтственные углы паденія и преломленія (см. рис.) черезъ „a", „b", „a'", „b'" и показатель преломленія

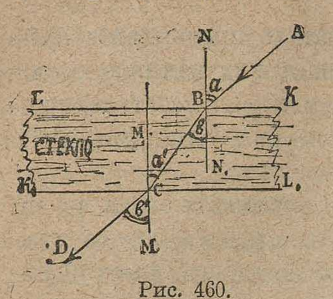


Рис. 460.

стекла — черезъ „m"; тогда, по извѣстнымъ намъ формуламъ (см. § 266), мы будемъ имѣть

$$\frac{Sna}{Snb} = m \text{ и } \frac{Sna'}{Snb'} = \frac{1}{m},$$

откуда, перемноживъ почленно оба равенства, получимъ

$$\frac{Sna \,.\, Sna'}{Snb \,.\, Snb'} = 1.$$

Но углы b и a' есть накрестъ лежащіе для параллельныхъ NN_1 и MM_1; значитъ, они равны: $\angle b = \angle a'$ слѣдовательно, и $Snb = Sna'$; поэтому, сокративъ полученное выше равенство, найдемъ, что

$$\frac{Sna}{Snb'} = 1,$$

откуда

$$Sna = Snb',$$

откуда

$$a = b',$$

т. е. уголъ выхода луча изъ средины равенъ углу его входа. Слѣдовательно, *лучъ свѣта по выходѣ изъ средины, ограниченной параллельными плоскостями, параллеленъ тому направленію, которое онъ имѣлъ до вступленія въ средину;* опытъ и теорія показываютъ, что и въ случаѣ многихъ срединъ, ограниченныхъ параллельными плоскостями, *лучъ выходящій параллеленъ лучу падающему.*

269. Преломленіе лучей въ трехгранной призмѣ.

Въ оптикѣ **призмою** называютъ *всякую прозрачную средину, заключенную между двумя плоскостями, образующими двугранный уголъ;* этотъ уголъ (по отношенію къ лучу, черезъ него проходящему) называется **преломляющимъ угломъ**, а его ребро—**преломляющимъ ребромъ** призмы; плоскость, ограничивающая призму со стороны, противоположной преломляющему углу, называется **основаніемъ** призмы.

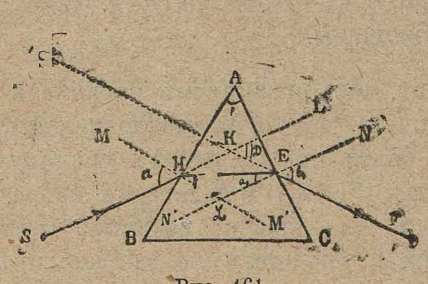


Рис. 461.

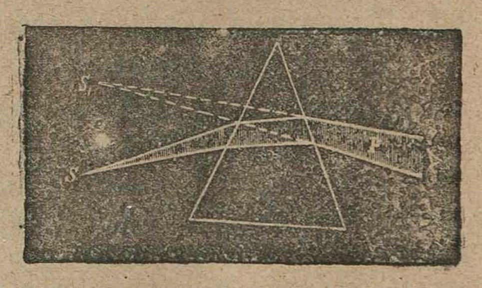


Рис. 462.

Разсѣчемъ трехгранную призму перпендикулярно къ ея преломляющему ребру; въ разрѣзѣ мы получимъ треугольникъ ABC (рис. 461), называемый *главнымъ сѣченіемъ* призмы. Пусть изъ свѣтя-

щейся точки „S“ на грань AB падаетъ лучъ „SH“ [1]); черезъ точку H проведемъ перпендикуляръ M'M къ грани AB; лучъ „SH“, войдя въ призму, преломится, приблизится [2]) къ перпендикуляру и, пойдя по направленію HE, выйдетъ изъ призмы въ точкѣ „E“; чтобы узнать направленіе луча по выходѣ его изъ призмы, черезъ точку „E“ проведемъ перпендикуляръ N'N къ грани „AC“; лучъ „HE“, выходя изъ призмы, преломится, отклонится [3]) отъ перпендикуляра и пойдетъ по направленію „EF“. Такимъ образомъ, мы изъ чертежа ясно видимъ, что **призма отклоняетъ проходящіе черезъ нее лучи къ своему основанію.**

Пусть, далѣе, изъ точки S (рис. 462) на призму падаетъ пучокъ расходящихся лучей; лучи, проходя черезъ призму, отклоняются къ ея основанію и остаются расходящимися; глазъ, находясь подъ ихъ впечатлѣніемъ, увидитъ свѣтящуюся точку не въ „S“, а въ „S_1“, откуда будетъ *казаться* выходящимъ расходящійся пучокъ „P“ преломленныхъ призмой лучей. Слѣдовательно, предметы, разсматриваемые черезъ призму, обращенную преломляющимъ ребромъ вверхъ, кажутся выше своего дѣйствительнаго положенія [4]); вообще, *предметъ, разсматриваемый черезъ призму, всегда кажется отклоненнымъ къ преломляющемѣ ребру призмы.*

Уголъ (∠FKL—рис. 461), *составленный направленіемъ входящаго въ призму луча* (SH) *и выходящаго* (*EF*), *называется* **угломъ отклоненія**. Величина этого угла зависитъ: во-1-хъ, отъ показателя преломленія вещества: чѣмъ онъ больше, тѣмъ больше уголъ отклоненія; во-2-хъ, отъ преломляющаго угла („p“): съ его увеличеніемъ увеличивается и уголъ преломленія и, въ-3-хъ, отъ угла паденія (∠SHM) входящаго луча (SH), т.-е. угла, называемаго обычно *угломъ входа* луча. Для того, чтобы выяснить *зависимость угла отклоненія отъ угла входа*, произведемъ слѣдующій опытъ. Черезъ узкую щель (рис. 463) пропустимъ въ темную комнату лучъ „S“, падающій на призму A; преломленный лучъ падаетъ на экранъ „B“, образуя на немъ пятно „C“; будемъ поворачивать призму около ребра A; при этомъ пятно „C“ будетъ то повышаться, то понижаться; выберемъ такое положеніе призмы „A“, при которомъ пятно „C“ занимаетъ на экранѣ наивысшее положеніе; ясно, что въ этотъ моментъ уголъ отклоненія луча преломленнаго—самый наименьшій; измѣреніе угла входа ($\angle a$) луча падающаго и угла выхода ($\angle b$) луча преломленнаго показываетъ, что при такомъ положеніи призмы $\angle a = \angle b$; *слѣдовательно*,

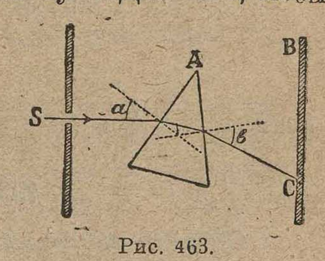


Рис. 463.

---

[1]) Очевидно, уголъ паденія этого луча (∠SHM) меньше предѣльнаго угла, такъ какъ въ противномъ случаѣ лучъ претерпѣлъ бы полное внутреннее отраженіе.

[2]) Такъ какъ входитъ въ средину, болѣе преломляющую.

[3]) Такъ какъ входитъ въ средину, менѣе преломляющую.

[4]) Ясно, что, повернувъ призму *преломляющимъ ребромъ внизъ*, мы будемъ черезъ нее видѣть предметы *ниже* ихъ дѣйствительнаго положенія.

минимумъ угла отклоненія произойдетъ тогда, когда уголъ входа равенъ углу выхода, т.-е. когда лучи идутъ симметрично по обѣ стороны призмы.

Теперь, обратившись къ рис. 461, выведемъ *формулу, съ помощью которой можно опредѣлить показатель преломленія вещества*, если извѣстны а) *преломляющій уголъ призмы*, сдѣланной изъ этого вещества, и ь) *уголъ наименьшаго отклоненія*, даваемаго ею. Прежде всего допускаемъ, что лучи SH и EF идутъ симметрично, т.-е. призма находится въ такомъ положеніи, при которомъ наблюдается наименьшее отклоненіе луча преломленнаго; тогда уголъ $\angle a = \angle b_1$. Уголъ отклоненія FKL обозначимъ черезъ «D».

$$D = \angle KHE + \angle KEH \ldots. (1\text{-ое равенство}),$$

такъ какъ внѣшній уголъ (D) для треугольника KHE равенъ суммѣ внутреннихъ угловъ, не смежныхъ съ нимъ. Но

$$\angle KHE = a - b, \text{ и } \angle KEH = b_1 - a_1 \text{ [1]};$$

подставивъ полученныя значенія $\angle$KHE и $\angle$KEH въ первое равенство, найдемъ:
$D = a - b + b_1 - a_1 = a + b_1 - b - a_1 = a + b_1 - (b + a_1)$..(2 равенство).
Уголъ преломленія $\angle p = \angle$MLN′, какъ углы съ перпендикулярными сторонами; уголъ же $\angle$MLN′ есть внѣшній для треугольника LHE; значитъ, $\angle$MLN′ $= b + a_1$; слѣдовательно,

$$p = b + a_1 \ldots. (3\text{-ье равенство}).$$

Подставивъ изъ 3-ьяго равенства значеніе суммы $(b + a_1)$ во 2-ое равенство, получимъ

$$D = a + b_1 - p \ldots\ldots (4\text{-ое равенство}).$$

Мы знаемъ, что при наименьшемъ отклоненіи лучей призмою $\angle a = \angle b_1$; слѣдовательно, и $b = a_1$; тогда уравненія 3-ье и 4-ое примутъ видъ:

$$p = 2b, \text{ и } D = 2a - p,$$

откуда:

$$b = \frac{p}{2}, \text{ и } a = \frac{D + p}{2} \ldots. (5\text{-ое равенство}).$$

Далѣе намъ извѣстно, что показатель преломленія «m» вещества призмы выражается формулой $m = \frac{\text{Sin}a}{\text{Sin}b}$; подставивъ, вмѣсто «*a*» и «*b*», ихъ значенія изъ 5-го равенства, получимъ:

$$m = \frac{\text{Sin}\left(\frac{D + p}{2}\right)}{\text{Sin}\ \frac{p}{2}}.$$

Помощью этой формулы и опредѣляется показатель преломленія вещества.

270. Сферическія стекла.

Сферическими стеклами, или оптическими чечевицами называются прозрачныя средины, ограниченныя или двумя сферическими поверхностями, или одной сферической и одной плоской. Всѣ они раздѣляются на *выпуклыя* и *вогнутыя*. Какъ первыя, такъ и вторыя бываютъ трехъ родовъ: *выпуклыя* (рис. 464) дѣлятся на *двояко*-выпуклыя (A), *плоско*-выпуклыя (B) и *вогнуто*-выпуклыя (C); *вогнутыя* (рис. 465) дѣлятся на *двояко*-вогнутыя (D), *плоско*-вогнутыя (E) и *выпукло*-вогнутыя (F). Эти стекла дѣлаются обычно очень тонкими, и притомъ ихъ величина должна быть очень мала сравнительно съ радіусами шаровыхъ поверхно-

Рис. 464.

Рис. 465.

[1]) Это вполнѣ ясно изъ чертежа: $\angle KHE = \angle KHM_1 - b$, но $\angle KHM_1 = \angle a$, какъ вертикальные; точно также разсуждаемъ и относительно $\angle$KEH.

стей, которыми они ограничены. Мы будемъ разсматривать преломленіе свѣта только въ двояковыпуклыхъ и двояковогнутыхъ чечевицахъ.

271. Преломленіе свѣта въ двояковыпуклой чечевицѣ; главный фокусъ.

На рисункѣ 467-омъ мы имѣемъ двояковыпуклую чечевицу „AB"; центрами шаровыхъ поверхностей, ограничивающихъ ее, являются „C" и „C′"; линія SC, проходящая через центры, называется **главною оптическою осью** чечевицы. Двояковыпуклое стекло можно считать состоящимъ изъ множества кольцеобразныхъ призмъ p, q, r.... (рис. 466), обращенныхъ вершинами къ краямъ чечевицы;

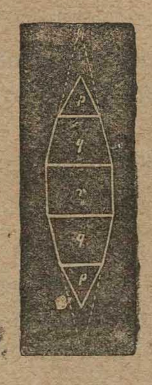


Рис. 466.

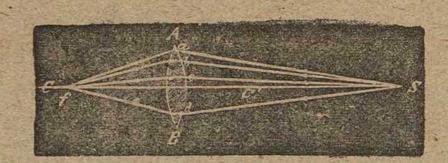


Рис. 467.

преломляющіе углы этихъ призмъ увеличиваются отъ середины къ краямъ чечевицы, какъ это ясно видно изъ чертежа [1]); вслѣдствіе этого *края чечевицы преломляютъ сильнѣй середины.*

Пусть изъ свѣтящейся точки „S" (рис. 467) падаютъ на стекло лучи S*a*, S*b*, S*c*, S*d*...; всѣ они, проходя черезъ стекло, преломляются и отклоняются къ главной оптической оси; лучи, падающіе на края чечевицы, болѣе отклонены отъ главной оси, но, такъ какъ эти лучи падаютъ на часть чечевицы, болѣе сильно преломляющую, то они, по выходѣ изъ чечевицы, поворачиваются сильнѣй другихъ лучей; такимъ образомъ, *всѣ лучи*, какъ показываютъ опытъ и теорія, *пройдя черезъ двояковыпуклое стекло, собираются приблизительно въ одной точкѣ „f", называемой* **фокусомъ**.

Докажемъ теоретически, что всѣ центральные лучи послѣ преломленія въ двояковыпуклой чечевицѣ должны пересѣчься въ одной точкѣ, являющейся фокусомъ. Пусть на двояковыпуклое стекло MN (рис. 468) падаетъ центральный лучъ „SA"; проведя радіусъ O_1A въ точку паденія, найдемъ уголъ паденія луча—$\angle SAC_1$, обозначенный буквою „*a*"; войдя въ чечевицу, лучъ приблизится къ перпендикуляру и пойдетъ по прямой „AB"; уголъ

[1]) Такъ, преломляющій уголъ призмы „p" больше преломляющаго угла зпрмы „q", дополненной пунктиромъ.

его преломленія будетъ $\angle$ BAD; обозначимъ его черезъ „b“; угломъ паденія на вторую шаровую поверхность преломленнаго луча AB будетъ $\angle$ ABD, обозначенный черезъ „c“; по выходѣ изъ чечевицы этотъ лучъ отклонится отъ перпендикуляра и пойдетъ по прямой Bf, образуя уголъ преломленія—$\angle$ CBf, обозначенный черезъ

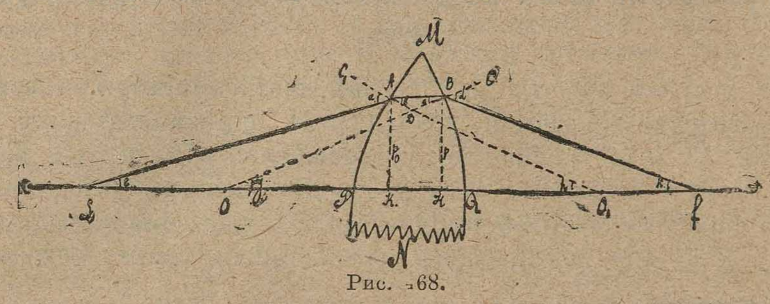


Рис. 68.

„d“. Точка „f“ пересѣченія вышедшаго изъ чечевицы преломленнаго луча съ главной оптической осью есть *фокусъ*, а разстояніе „Qf“ называется *фокуснымъ разстояніемъ*.

Изъ основныхъ законовъ преломленія мы имѣемъ:

$$\frac{Sin\,a}{Sin\,b} = m, \text{ и } \frac{Sin\,c}{Sin\,d} = \frac{1}{m}.$$

Углы a, b, c, d, какъ это ясно изъ чертежа, для лучей центральныхъ очень малы; значитъ, согласно законамъ тригонометріи, синусы ихъ можно почти безъ ошибки считать пропорціональными самимъ угламъ; поэтому замѣнимъ отношенія синусовъ отношеніями соотвѣтственныхъ угловъ:

$$\frac{a}{b} = m, \text{ и } \frac{c}{d} = \frac{1}{m},$$

откуда:

$$a = bm, \text{ и } d = cm \; . \; . \; . \; . \; (1)$$

Въ треугольникахъ ODO_1 и ADB имѣются равные другъ другу углы: $\angle ADB = \angle ODO_1$, какъ углы вертикальные; слѣдовательно [1]), сумма двухъ другихъ угловъ одного изъ этихъ треугольниковъ равна суммѣ двухъ другихъ угловъ другого треугольника, т.-е.

$$b + c = g + h \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

Далѣе, уголъ „a“, какъ внѣшній для треугольника SAO_1, равенъ суммѣ внутреннихъ несмежныхъ съ нимъ угловъ „e“ и „h“; точно такъ же разсуждаемъ и относительно угла „d“; значитъ,

$$a = e + h, \text{ и } d = g + k \; . \; . \; . \; . \; (3)$$

Складывая почленно эти равенства, получимъ

$$a + d = e + h + g + k \; . \; . \; . \; . \; (4)$$

Складывая почленно равенства (1), получимъ

$$a + d = m\,(b + c) \; . \; . \; . \; . \; (5)$$

Сравнивая равенства (4-ое) и (5-ое), найдемъ, что

$$e + h + g + k = m\,(b + c) \; . \; . \; . \; . \; (6)$$

Подставляя въ это равенство значеніе $(b + c)$ изъ равенства (2-го), получимъ

$$e + h + g + k = m\,(g + h),$$

---

[1]) Согласно извѣстной геометрической теоремы.

откуда:

$$e+k+(g+h)=m\ (g+h)$$
$$e+k=m\ (g+h)-(g+h)$$
$$e+k=(m-1)\ (g+h)\ .\ .\ .\ .\ .\ (7)$$

Такъ какъ синусы малыхъ угловъ приблизительно равны самимъ угламъ, то въ равенствѣ (7) углы можно замѣнить ихъ синусами:

$$\text{Sin}\, e+\text{Sin}\, k=(m-1)\ (\text{Sin}\, g+\text{Sin}\, h)\ .\ .\ .\ .\ (8)$$

Опустимъ далѣе изъ точекъ „A" и „B" на главную оптическую ось перпендикуляры, обозначивъ ихъ черезъ „p_1" и „p". Изъ треугольниковъ SAK, BHf, OBH и AO_1K соотвѣтственно найдемъ, что

$$\text{Sin}e=\frac{p_1}{AS},\quad \text{Sin}k=\frac{p}{Bf},\quad \text{Sin}g=\frac{p}{OB},\text{ и }\text{Sin}h=\frac{p_1}{O_1A}.$$

Обозначимъ далѣе, что AS $= d$, Bf $= f$, OB $= r$ и $O_1A = r_1$; для лучей центральныхъ можно считать, что SA = SP $= d$, и Bf = Qf $= f$; тогда полученныя выше равенства примутъ видъ:

$$\text{Sin}\ e=\frac{p_1}{d},\quad \text{Sin}\ k=\frac{p}{f},\quad \text{Sin}\ g=\frac{p}{r},\text{ и }\text{Sin}h=\frac{p_1}{r_1}$$

Подставивъ въ равенство (8-ое) найденныя выраженія, получимъ:

$$\frac{p_1}{d}+\frac{p}{f}=(m-1)\left(\frac{p}{r}+\frac{p_1}{r_1}\right).$$

Такъ какъ на практикѣ употребляются чечевицы *очень тонкія*, то почти безъ всякой ошибки можно принять, что $p = p_1$; тогда только что полученное равенство приметъ видъ:

$$\frac{p}{d}+\frac{p}{f}=(m-1)\left(\frac{p}{r}+\frac{p}{r_1}\right),$$

откуда

$$p\left(\frac{1}{d}+\frac{1}{f}\right)=(m-1)\left(\frac{1}{r}+\frac{1}{r_1}\right)p,$$

откуда, сокративъ на „p" обѣ части равенства, получимъ **формулу**

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=(m-1)\left(\frac{1}{r}+\frac{1}{r_1}\right),\ .\ .\ .\ .\ (\text{I-ая})$$

помощью которой не трудно вычислить величину фокуснаго разстоянія „f", если извѣстны m, r, r_1 и d. Такъ какъ эти послѣднія величины совершенно одинаковы для *всѣхъ* центральныхъ лучей, *выходящихъ изъ одной свѣтящейся точки «S», то*, слѣдовательно, *фокусное разстояніе для всѣхъ центральныхъ лучей одинаково*, т.-е. *всѣ они послѣ преломленія пересѣкаютъ главную оптическую ось въ одной и той же точкѣ.*

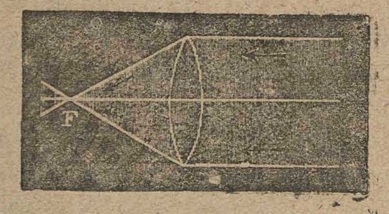


Рис. 469.

Теперь предположимъ, что свѣтящаяся точка находится на главной оси чечевицы на безконечно далекомъ отъ нея разстояніи; тогда лучи идутъ параллельно оптической оси (рис. 469) и послѣ преломленія пересѣкаются въ точкѣ F, называемой **главнымъ фокусомъ**; разстояніе этой точки отъ чечевицы назыв. **главнымъ фокуснымъ разстояніемъ** и обычно обозначается черезъ „F". Не трудно получить формулу, его опредѣляющую; для этого надо положить

въ полученной выше формулѣ, то $d = \infty$; тогда $\frac{1}{d} = \frac{1}{\infty} = 0$, и формула принимаетъ видъ:

$$\frac{1}{F} = (m-1)\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r_1}\right),$$

откуда

$$F = \frac{1}{(m-1)\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r_1}\right)} \text{ [1]} \text{ . . . . (II-ая)}$$

Подставивъ въ I-ую формулу, вмѣсто правой части, значеніе ея изъ II-ой формулы, получимъ:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \text{ . . . . (III-ья)}$$

Эта формула совершенно тождественна съ соотвѣтствующей формулой вогнутаго зеркала и, выражая зависимость между 1) разстояніемъ свѣтящейся точки отъ чечевицы, 2) фокуснымъ разстояніемъ и 3) главнымъ фокуснымъ разстояніемъ, ясно указываетъ на то, что свѣтящаяся точка и ея фокусъ являются точками *сопряженными*, т.-е. такими, которыя могутъ мѣняться мѣстами [2].

Слѣдуетъ замѣтить, что такъ какъ параллельные лучи могутъ падать на чечевицу съ одной и другой стороны, то въ чечевицѣ есть два главныхъ фокуса, одинъ изъ которыхъ расположенъ по одну, другой—по другую сторону чечевицы; разстоянія ихъ отъ чечевицы, очевидно, равны.

272. Перемѣщенія фокуса въ связи съ перемѣщеніемъ свѣтящейся точки.

I) Если лучъ SA (рис. 470) исходитъ изъ точки, безконечно далекой отъ чечевицы то послѣ преломленія онъ проходитъ черезъ

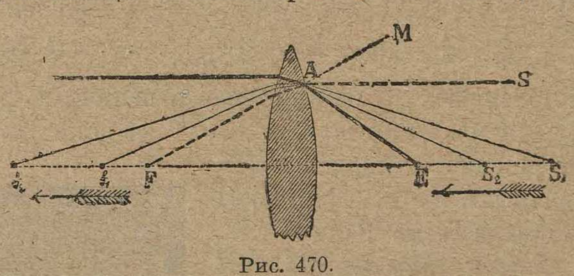


Рис. 470.

главный фокусъ F; пусть свѣтящаяся точка „S“ приближается къ

---

[1]) Изъ этой формулы ясно видно, что *съ увеличеніемъ показателя преломленія „m“ и уменьшеніемъ радіусовъ* (т.-е. увеличеніемъ кривизны стекла) „F“ уменьшается; значитъ, главный фокусъ приближается къ чечевицѣ. Слѣд. фокусное разстояніе зависитъ не отъ одной кривизны, какъ у вогнутаго зеркала, но и отъ вещества чечевицы.

[2]) Значитъ, если свѣтящуюся точку перемѣстить въ точку бывшаго ея фокуса, то лучи пойдутъ къ чечевицѣ въ обратномъ направленіи, прежніе углы преломленія станутъ углами паденія и наоборотъ; тогда фокусъ лучей будетъ тамъ, гдѣ прежде была свѣтящаяся точка. На этомъ явленіи мы подробнѣй остановимся въ слѣдующемъ параграфѣ.

чечевицѣ, проходя положенія S_1, S_2, F_1...; при этомъ углы паденія, образуемые лучами S_1A, S_2A..., становятся все больше и больше, вслѣдствіе чего фокусъ удаляется отъ F, переходя черезъ положенія f_1, f_2...; когда свѣтящаяся точка дойдетъ до точки F_1, т.-е. помѣстится въ главномъ фокусѣ, то преломленные лучи (въ силу сопряженности фокуса и свѣтящейся точки) сдѣлаются параллельными оптической оси, и фокусъ, значитъ, удалится на безконечно большое разстояніе. Такимъ образомъ, мы видимъ, что *если свѣтящаяся точка приближается къ чечевицѣ изъ безконечно большого разстоянія до главнаго фокуса, то ея фокусъ удаляется по другую сторону стекла отъ главнаго фокуса на безконечно большое разстояніе.*

Этотъ законъ вполнѣ подтверждается математическимъ анализомъ формулы $\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$. Дѣйствительно:

1) если $d=\infty$, то $\frac{1}{d}=0$; тогда $\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$, откуда $f=F$.

2) если $d=F$, то $\frac{1}{d}=\frac{1}{F}$; тогда $\frac{1}{f}=\frac{1}{F}-\frac{1}{F}=0$, откуда $f=\infty$.

II) Если $d=2F$, то $\frac{1}{d}=\frac{1}{2F}$; тогда $\frac{1}{f}=\frac{1}{F}-\frac{1}{2F}=\frac{2}{2F}-\frac{1}{2F}=\frac{1}{2F}$, откуда $f=2F$; это значитъ, что *если свѣтящаяся точка расположена на двойномъ главномъ фокусномъ разстояніи отъ чечевицы, то ея фокусъ расположенъ по другую сторону стекла также на двойномъ главномъ фокусномъ разстояніи отъ него.*

III) Когда свѣтящаяся точка находится въ главномъ фокусѣ, то, какъ мы уже знаемъ, лучи преломленные идутъ параллельно оптической оси; когда же свѣтящаяся точка „S" (рис. 471) еще болѣе приблизится къ стеклу и будетъ, значитъ, находиться между главнымъ фокусомъ и стекломъ, то углы паденія настолько увеличатся, что лучи, хотя и повернутся нѣсколько къ оптической оси, но все же *останутся расходящимися*; слѣдовательно, въ этомъ случаѣ не будетъ дѣйствительнаго фокуса. Глазъ же, помѣщенный по другую сторону стекла, будетъ видѣть свѣтящуюся точку въ „f",—точкѣ пересѣченія геометрическихъ продолженій преломленныхъ лучей, откуда они будутъ *казаться* выходящими; эта точка является *мнимымъ фокусомъ*, такъ какъ лучи только *кажутся* выходящими изъ нея.

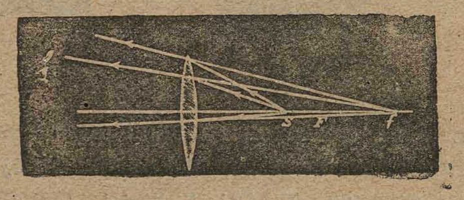


Рис. 471.

Приведенное разсужденіе подтверждается математическимъ анализомъ. Для этого случая $d<F$, значитъ $\frac{1}{d}>\frac{1}{F}$; изъ формулы $\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$ находимъ, что $\frac{1}{f}=\frac{1}{F}-\frac{1}{d}$, и, такъ какъ во второй части этого равенства изъ меньшей величины $\left(\frac{1}{F}\right)$ вычитается большая $\left(\frac{1}{d}\right)$, то, значитъ, $\frac{1}{f}=$ отрицательной величинѣ; слѣдо-

вательно, и „f“ = отрицательной величинѣ; значитъ, дѣйствительнаго фокуса не можетъ быть, а есть только мнимый. Итакъ, *если свѣтящаяся точка помѣщается между главнымъ фокусомъ и чечевицей, то лучи послѣ преломленія остаются расходящимися, и фокусъ становится мнимымъ, располагаясь по той же сторонѣ стекла, по которой лежитъ и свѣтящаяся точка.*

Чечевицы *плосковыпуклыя* и *вогнутовыпуклыя* преломляютъ такъ же, какъ и двояковыпуклыя, только нѣсколько слабѣй. А такъ какъ всѣ эти чечевицы поворачиваютъ лучи къ оптической оси и собираютъ ихъ въ одной точкѣ, то онѣ назыв. **собирательными** *сферическими стеклами* [1]).

273. Преломленіе свѣта въ двояковогнутой чечевицѣ.

Двояковогнутое стекло (рис. 472) надо разсматривать, какъ совокупность множества трехгранныхъ призмъ, обращенныхъ преломляющими ребрами къ серединѣ стекла, при чемъ углы преломленія этихъ призмъ уменьшаются отъ краевъ стекла къ серединѣ. Пусть C и C_1 (рис. 473)—центры сферическихъ поверхностей, ограничивающихъ двояковогнутое стекло; прямая CC^1, соединяющая эти

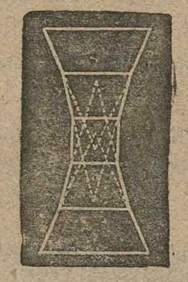


Рис. 472.

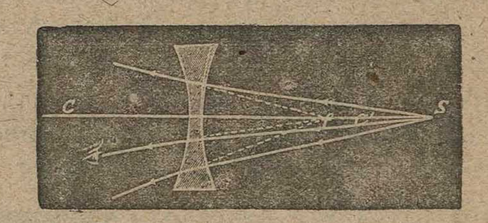


Рис. 473.

центры, является главной оптической осью. Пусть, далѣе, изъ свѣтящейся точки „S“ на двояковогнутое стекло падаетъ пучокъ расходящихся лучей; призмы, составляющія чечевицу, отклоняютъ лучи къ своимъ основаніямъ, вслѣдствіе чего преломленные лучи удаляются *отъ оптической оси;* мало того, *они дѣлаются болѣе расходящимися чѣмъ до преломленія,* такъ какъ края стекла преломляютъ сильнѣй его середины. Поэтому преломленные лучи *кажутся* выходящими изъ точки „f“ пересѣченія ихъ геометрическихъ продолженій,—точки, лежащей на оптической оси по той же сторонѣ стекла, по которой находится и свѣтящаяся точка „S“, но только ближе къ стеклу, чѣмъ послѣдняя. Ясно, что, чѣмъ ближе къ стеклу свѣтящаяся точка „S“, тѣмъ *сильнѣй расходятся* падающіе и преломленные лучи, и тѣмъ, значитъ, ближе къ стеклу точка „f“, являющаяся *мнимымъ фокусомъ.*

Если на двояковогнутое стекло падаютъ лучи, параллельные оптической оси (рис. 474), то послѣ преломленія они кажутся вы-

[1]) Онѣ дѣйствуютъ, очевидно, подобно вогнутымъ зеркаламъ.

ходящими изъ точки „*F*“, являющейся *главнымъ* (*мнимымъ*) *фокусомъ* [1].

Всѣ три вида вогнутыхъ чечевицъ дѣйствуютъ одинаково, только съ разной силой: всѣ онѣ стремятся разсѣять лучи и называются потому **разсѣивательными** чечевицами [2]).

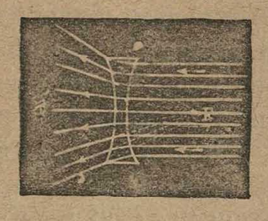


Рис. 474.

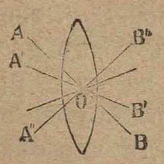


Рис. 475.

274. Оптическій центръ; побочная ось.

Если лучъ идетъ по главной оптической оси, то онъ не преломляется въ чечевицѣ, а выходитъ изъ нея по тому же направленію, по какому и вошелъ. Рядъ опытовъ показалъ, что въ сферическомъ стеклѣ существуетъ нѣкоторая точка „*O*“ (рис. 475), замѣчательная тѣмъ, что *всякій лучъ, который* (вступая въ стекло) *проходитъ черезъ эту точку, выходитъ изъ стекла почти безъ преломленія*; эта точка называется **оптическимъ центромъ** стекла, а *всякая прямая* [3]) (AB, A^1B^1...), *проходящая черезъ оптическій центръ, называется* **побочной оптической осью**.

Побочная оптическая ось по свойствамъ своимъ не отличается отъ главной оси; такъ, лучи, падающіе на чечевицу изъ точки, *лежащей на побочной оси*, послѣ преломленія пересѣкаются въ одной точкѣ, лежащей по другую сторону стекла на той же побочной оси и являющейся, значитъ, точно такимъ же фокусомъ, какой намъ извѣстенъ для свѣтящейся точки, лежащей на главной оптической оси. Въ этомъ

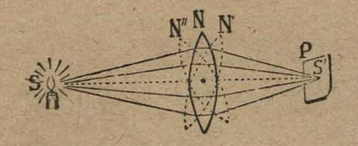


Рис. 476.

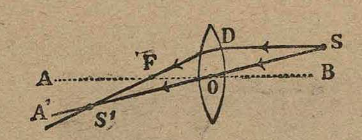


Рис. 477.

легко убѣдиться помощью слѣдующаго опыта. Въ темной комнатѣ помѣстимъ пламя „*S*“ свѣчи (рис. 476) на главной оптической оси чечевицы „*N*“; по другую сторону этой чечевицы на главной же оси расположимъ экранъ *P* на такомъ разстояніи отъ стекла, чтобы на немъ былъ ясно виденъ фокусъ „S^1“ лучей, исходящихъ изъ „*S*“. Затѣмъ немного повернемъ стекло „*N*“ около его оптическаго центра въ положеніе *N'* или *N''*; при этомъ *фокусъ* S^1 *не сдвинется*

[1]) Если, обратно, лучи, падающіе на двояковогнутую чечевицу, сходятся къ главному фокусу, то послѣ преломленія они идутъ параллельно оптической оси.

[2]) Онѣ дѣйствуютъ, очевидно, подобно выпуклымъ стекламъ.

[3]) Конечно, исключая главную оптическую ось, которая также проходитъ черезъ оптическій центръ.

съ своего прежняго мѣста на экранѣ, несмотря на то, что ось SS^1 при наклонномъ положеніи чечевицы дѣлается уже побочною осью.

Фокусъ свѣтящейся точки „S" (рис. 477), расположенной на побочной оси SA^1, находится слѣдующимъ простымъ построеніемъ [1]). Берутъ два луча, исходящихъ изъ свѣтящейся точки „S": одинъ „SD", параллельный главной оси (AB), и другой, идущій по побочной оптической оси SA^1, т.-е. проходящій черезъ оптическій центръ „O". Первый лучъ послѣ преломленія пройдетъ черезъ главный фокусъ „F"; второй же лучъ проходитъ черезъ стекло безъ преломленія; оба луча пересѣкутся въ точкѣ S', которая и будетъ фокусомъ, такъ какъ, гдѣ пересѣклись два луча, тамъ пересѣкутся и всѣ прочіе лучи, идущіе отъ той же свѣтящейся точки. Умѣя находить фокусъ свѣтящейся точки, не лежащей на главной оси (т.-е. лежащей на побочной оси), нетрудно построить изображеніе и цѣлаго предмета, расположеннаго передъ чечевицей.

275. Построеніе изображеній въ чечевицахъ собирательныхъ и разсѣивательныхъ [2]).

I) При построеніи изображенія предмета въ **двояковыпуклой** чечевицѣ возможны три случая:

1) **Разстояніе предмета** („MN"—рис. 478) **отъ стекла больше двойного главнаго фокуснаго разстоянія.** Сначала находимъ изображеніе (фокусъ) крайнихъ точекъ M и N предмета—точекъ, лежащихъ на побочныхъ оптическихъ осяхъ; какъ найти ихъ изображенія, мы уже знаемъ изъ предшествующаго параграфа: проводимъ изъ каждой крайней точки два луча—одинъ параллельный главной оси, другой черезъ оптическій центръ „O"; первый послѣ преломленія пройдетъ черезъ главный фокусъ „F", второй же выйдетъ изъ стекла, не

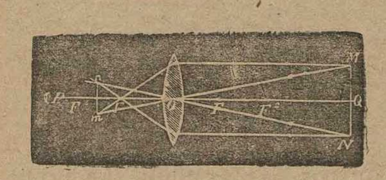


Рис. 478.

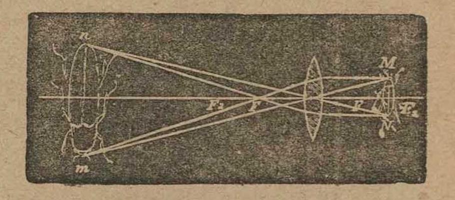


Рис. 479.

преломившись; въ мѣстѣ пересѣченія этихъ двухъ лучей будетъ изображеніе той свѣтящейся точки, изъ которой они вышли. Изображенія среднихъ точекъ предмета расположатся между изображеніями крайнихъ его точекъ; значитъ, изображеніемъ предмета „MN" будетъ „mn". Изъ чертежа ясно, что въ этомъ случаѣ

[1]) Тождественнымъ съ построеніемъ при нахожденіи фокуса для сферическихъ зеркалъ.

[2]) Мы будемъ разсматривать только двояковыпуклую и двояковогнутую чечевицы, распространяя найденныя правила на прочіе виды сферическихъ стеколъ.

изображенiе предмета, находясь по другую сторону стекла между фокуснымъ и двойнымъ фокуснымъ разстоянiями, будетъ **дѣйствительное, уменьшенное и обратное.**

2) **Разстоянiе предмета** („*MN*"—рис. 479) **отъ стекла больше главнаго фокуснаго разстоянiя, но меньше двойного фокуснаго разстоянiя.** Сдѣлавъ такое же построенiе, какъ и въ первомъ случаѣ, мы ясно увидимъ изъ полученнаго чертежа, что въ этомъ случаѣ *изображенiе, находясь за двойнымъ фокуснымъ разстоянiемъ*, будетъ **дѣйствительное, увеличенное и обратное.**

3) **Разстоянiе предмета** („*MN*"—рис. 480) **отъ стекла меньше главнаго фокуснаго разстоянiя.** Проведемъ, какъ и прежде, изъ точки „*M*" два луча: одинъ параллельный оптической оси, другой черезъ оптическiй центръ; послѣ выхода изъ чечевицы лучи, какъ это ясно изъ чертежа, будутъ расходиться, и глазъ увидитъ *мнимое* изображенiе точки „*M*" въ точкѣ „*m*" пересѣченiя геометрическихъ продолженiй указанныхъ лучей—точкѣ, откуда эти лучи будутъ казаться выходящими. Построивъ подобнымъ образомъ изображенiе другой крайней точки „*N*" предмета въ точкѣ „*n*", найдемъ, что

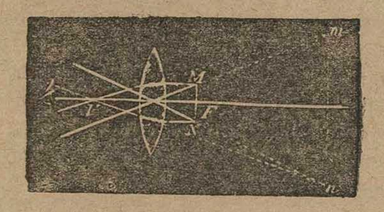


Рис. 480.

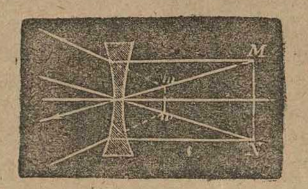


Рис. 481.

„*mn*" будетъ изображенiемъ всего предмета *MN*. Значитъ, въ этомъ случаѣ *изображенiе, находясь на той же сторонѣ, гдѣ и предметъ*, будетъ **мнимое, увеличенное и прямое** [1]).

II) При построенiи изображенiя въ **двояковогнутой** чечевицѣ возможенъ только одинъ случай. Дѣйствительно, пусть предметъ *MN* (рис. 481) находится передъ такой чечевицей. Построенiе производимъ точно такъ же, какъ и прежде: изъ верхней точки „*M*" предмета проведемъ одинъ лучъ, параллельный главной оси, другой—черезъ оптическiй центръ; по выходѣ изъ чечевицы оба луча станутъ еще болѣе расходящимися, чѣмъ были до входа въ чечевицу, и глазъ увидитъ изображенiе точки „*M*" въ точкѣ „*m*", изъ которой кажутся выходящими преломленные лучи. Построивъ точно

[1]) Всѣ сдѣланныя нами построенiя легко подтверждаются на опытѣ. Въ темной комнатѣ по одну сторону двояковыпуклаго стекла помѣстимъ свѣтящiйся предметъ на разстоянiи (отъ стекла), большемъ двойного фокуснаго разстоянiя; по другую же сторону стекла на разныхъ разстоянiяхъ отъ него пробуемъ помѣщать кусокъ бѣлой бумаги, пока не найдемъ такого положенiя, при которомъ на бумагѣ ясно обрисуется свѣтящiйся предметъ въ *уменьшенномъ* и *опрокинутомъ* видѣ. Приближая стекло къ предмету такъ, чтобы послѣднiй былъ между ординарнымъ и двойнымъ фокуснымъ разстоянiемъ, мы на экранѣ получимъ *увеличенное* и *опрокинутое* изображенiе свѣтящагося предмета. И т. д

такъ же изображеніе другихъ точекъ предмета, найдемъ, что *изображеніе всего предмета, находясь на той же сторонѣ, гдѣ и самъ предметъ*, будетъ **мнимое, уменьшенное и прямое**. Ясно, что, гдѣ бы ни былъ предметъ, изображеніе его всегда будетъ такимъ, только съ отдаленіемъ предмета отъ стекла изображеніе будетъ уменьшаться.

276. Сферическая аберрація; апланатическое стекло.

Мы знаемъ, что послѣ преломленія чечевицей лучей, исходящихъ изъ свѣтящейся точки, они пересѣкаются въ *одной* точкѣ; это справедливо только по отношенію къ лучамъ центральнымъ; лучи же, падающіе на края чечевицы, преломляются значительно сильнѣй центральныхъ лучей и потому пересѣкаютъ оптическую ось нѣсколько ближе къ стеклу; поэтому-то на экранѣ, помѣщенномъ въ фокусѣ, послѣдній изображается не свѣтлой точкой, а небольшимъ кружкомъ; вслѣдствіе этого происходитъ неясность изображенія предметовъ, такъ какъ вмѣсто совокупности свѣтящихся точекъ, его составляющихъ, въ изображеніи получается совокупность стольких же небольшихъ кружковъ. Это явленіе называется *сферической аберраціей* стеколъ. Можно значительно уменьшить аберрацію, дѣлая стекла небольшихъ размѣровъ сравнительно съ величиною радіуса сферы; далѣе, для той же цѣли на пути падающихъ лучей ставятъ пластинку съ небольшимъ круглымъ отверстіемъ, такъ что на чечевицу попадаютъ только центральные лучи; такая пластинка называется *діафрагмой*. Наконецъ, можно почти совершенно уничтожить аберрацію, заставляя лучи проходить послѣдовательно черезъ двѣ оптическія чечевицы, кривизна поверхностей которыхъ подобрана надлежащимъ образомъ; всѣ лучи, преломляясь въ такой системѣ изъ двухъ чечевицъ, пересѣкаютъ ихъ общую главную оптическую ось почти въ одной и той же точкѣ; такая совокупность двухъ чечевицъ, не дающая сферической аберраціи, называется *апланатическимъ стекломъ*.

IV. Разложеніе свѣта на цвѣта

(дисперсія).

277. Спектръ.

Впустимъ въ темную комнату черезъ круглое отверстіе „*a*“ (рис. 482) лучъ «*S*» свѣта; онъ пойдетъ прямолинейно и образуетъ на полу свѣтлый кружокъ «*c*»; но если на его пути мы помѣстимъ призму «*m*», то лучъ, преломясь въ ней, отклонится къ основанію призмы и, упавъ на стѣну [1]), образуетъ на ней не свѣтлый кружокъ, а узкій *прямоугольникъ* «*hb*» съ закругленными концами, *состоящій изъ различныхъ цвѣтныхъ полосъ*; такой окрашенный въ радужные цвѣта прямоугольникъ называется **спектромъ** *того свѣта, который пропущенъ черезъ призму;* само описанное явленіе [2]) называется **свѣторазсѣяніемъ** (дисперсіей). Хотя спектръ состоитъ изъ множества цвѣтныхъ полосъ, но главныхъ цвѣтовъ въ немъ **семь** [3]), расположенныхъ въ слѣдующемъ порядкѣ, считая по направленію отъ преломляющаго ребра призмы къ ея основанію: **красный, оранжевый,**

---

[1]) Бѣлая стѣна замѣняетъ въ данномъ случаѣ экранъ.

[2]) Это явленіе образованія спектра при преломленіи свѣта призмой впервые было замѣчено Ньютономъ.

[3]) Семь цвѣтовъ радуги.

желтый, зеленый, голубой, синій и фіолетовый; цвѣта эти переходятъ одинъ въ другой постепенно, такъ что всякій цвѣтъ имѣетъ еще множество оттѣнковъ. Порядокъ цвѣтовъ въ спектрѣ всегда одинъ и тотъ же, черезъ какую бы призму ни проходилъ разлагаемый свѣтъ; но длина спектра бываетъ различна, въ зависимости какъ отъ преломляющаго угла призмы, такъ и отъ вещества ея; далѣе, различные цвѣта въ спектрѣ занимаютъ пространство неодинаковой длины: наибольшее принадлежитъ фіолетовому, наименьшее—оранжевому цвѣту.

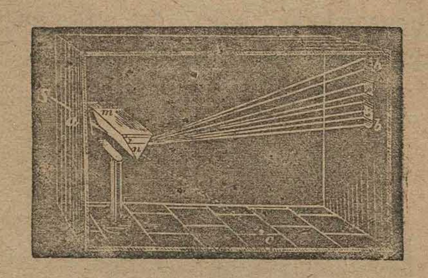


Рис. 482

Если въ экранѣ «*A*» (рис. 483), на который падаетъ спектръ, сдѣлать отверстіе «*O*» и, пропустивъ черезъ него лучи одного какого-нибудь цвѣта, напримѣръ красные, принять ихъ на вторую призму, то они будутъ отклонены къ ея основанію, но уже не разложатся на другіе цвѣта, а дадутъ на экранѣ «*B*» кружокъ краснаго цвѣта; то же самое мы получимъ при выдѣленіи лучей любого цвѣта; отсюда ясно, что **отдѣльные цвѣта, образующіе спектръ, неразложимы.**

Отдѣляя вышеуказаннымъ способомъ пучки лучей различныхъ цвѣтовъ спектра и пропуская ихъ черезъ вторую призму (одинаковую для всѣхъ), мы замѣтимъ, что **лучи разнаго цвѣта** отклоняются не одинаково, т.-е. **обладаютъ различной преломляемостью;** это впрочемъ ясно уже изъ самаго образованія спектра, такъ какъ въ немъ цвѣта расположены одинъ надъ другимъ, а это значитъ, что они неодинаково отклонены къ основанію призмы. Такъ какъ красный цвѣтъ всегда является самымъ близкимъ къ преломляющему ребру призмы, а фіолетовый—самымъ дальнимъ отъ него то ясно, что *болѣе всего преломляются фіолетовые лучи и менѣе всего—красные.*

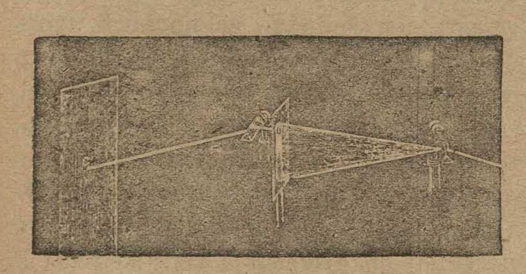


Рис. 483.

278. Смѣшеніе цвѣтовъ.

Мы установили въ предшествующемъ параграфѣ, что бѣлый цвѣтъ можетъ быть разложенъ на рядъ цвѣтныхъ лучей. Отсюда нетрудно заключить, что, обратно, соединеніе, смѣшеніе всѣхъ цвѣтныхъ лучей, на которые разлагается бѣлый свѣтъ, должно дать именно этотъ послѣдній. Такое заключеніе вполнѣ подтверждается рядомъ опытовъ. 1) Такъ, примемъ цвѣтные лучи, вышедшіе изъ призмы (рис. 484), на вогнутое зеркало; отразившись отъ него, всѣ они пересѣкутся въ фокусѣ и смѣшаются въ немъ;

помѣстивъ въ фокусѣ экранъ изъ бѣлой бумаги, мы получимъ на немъ *бѣлое* пятно. 2) Возьмемъ далѣе картонный кругъ (рис. 485), раздѣлимъ его на рядъ секторовъ и закрасимъ ихъ послѣдовательно *всѣми* цвѣтами спектра; при помощи машинки, изображенной на томъ же рисункѣ, приведемъ этотъ кружокъ въ быстрое вращательное движеніе; онъ покажется намъ *бѣлымъ*. Объясняется это тѣмъ, что наши глаза имѣютъ способность сохранять свѣтовое впечатлѣніе, какъ бы кратковременно оно ни было, въ теченіе приблизительно $^1/_7$ секунды [1]); такъ какъ раскрашенный кружокъ

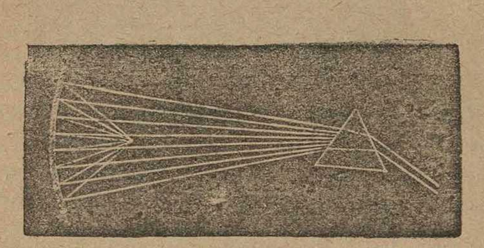


Рис. 484.

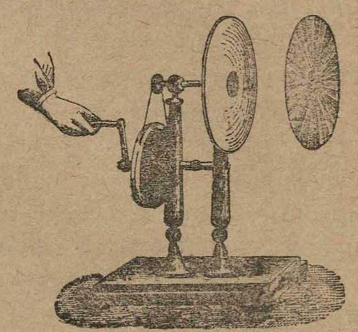


Рис. 485.

успѣваетъ за этотъ промежутокъ времени повернуться нѣсколько разъ, то *впечатлѣнія отъ всѣхъ цвѣтовъ*, имѣющихся на кружкѣ, какъ бы налагаются одно на другое и *сливаются* въ глазѣ, почему кругъ и кажется не цвѣтнымъ, а *бѣлымъ*. 3) Наконецъ, можно смѣшать порошки (краски) разныхъ цвѣтовъ въ такихъ количествахъ, что смѣсь выйдетъ *бѣлой*.

Отъ смѣшенія цвѣтовъ спектра по два, по три можно получать различные цвѣта спектра; такъ, смѣшеніе краснаго и желтаго цвѣтовъ даетъ оранжевый, зеленый и оранжевый даютъ желтый и т. д. Смѣшеніе нѣкоторыхъ цвѣтовъ по два, по три даетъ бѣлый цвѣтъ; такъ, бѣлый цвѣтъ получается отъ смѣшенія зеленовато-синяго и краснаго цвѣтовъ, желтаго и синяго, краснаго, желтаго и синяго и нѣкоторыхъ другихъ цвѣтовъ; *два цвѣта, образующіе при смѣшеніи бѣлый, называются* **дополнительными**.

279. Цвѣта различныхъ тѣлъ

(причина цвѣтовъ тѣлъ).

Выше [2]) нами было установлено, что мы видимъ темныя тѣла лишь потому, что они разсѣиваютъ лучи, падающіе на нихъ отъ какого-нибудь источника свѣта; при этомъ разсѣивается лишь часть лучей, часть же ихъ поглощается. Кромѣ того, *тѣла имѣютъ свойство разсѣивать* (отражать отъ себя) *различные цвѣтные лучи не въ одинаковомъ количествѣ, отчего и зависитъ цвѣтъ тѣла*; такъ, если, напримѣръ, тѣло освѣщено бѣлымъ свѣтомъ и имѣетъ способность

[1]) Поэтому, если свѣтовое впечатлѣніе повторяется болѣе 7 разъ въ секунду, то оно кажется *непрерывнымъ*; такъ, спицы быстро движущагося колеса сливаются въ одну плоскость.

[2]) См. § 2?8.

отражать только красные лучи, а всѣ прочіе поглощаетъ, то оно кажется краснымъ; если тѣло отражаетъ одинаково всѣ цвѣтные лучи, то оно кажется бѣлымъ; если, наконецъ, тѣло всѣ лучи поглощаетъ и не отражаетъ ни одного луча, то оно кажется чернымъ; итакъ, вообще, *тѣло кажется окрашеннымъ въ тотъ цвѣтъ, который преобладаетъ въ отраженныхъ (разсѣянныхъ) лучахъ.* Въ этомъ нетрудно убѣдиться помощью слѣдующихъ опытовъ. Примемъ спектръ на красный экранъ; на немъ будетъ рѣзко видна ярко-красная полоска свѣта; очень неясно будутъ видны цвѣта, прилегающіе къ красному: оранжевый, желтый; остальныя же части спектра будутъ казаться черными; очевидно, потому, что *красный* экранъ отражаетъ преимущественно красные лучи, прочіе же поглощаетъ. Растворимъ немного обыкновенной поваренной соли въ спиртѣ и затѣмъ зажжемъ его; полученное пламя будетъ испускать исключительно желтые лучи; и вотъ при освѣщеніи темной комнаты этимъ пламенемъ, всѣ предметы въ ней будутъ казаться или желтыми (это тѣ, которые способны отражать лучи этого цвѣта), или темными—почти черными (это тѣ, которые поглощаютъ желтые лучи); другихъ же цвѣтовъ въ комнатѣ не будетъ, несмотря на то, что въ этой же комнатѣ, при освѣщеніи ея бѣлымъ свѣтомъ, мы увидимъ предметы яркой красной, зеленой и другой окраски. Это, очевидно, объясняется тѣмъ, что въ составъ бѣлаго свѣта входятъ лучи всѣхъ цвѣтовъ, и потому *каждый предметъ* можетъ проявить свою способность преимущественно отражать лучи того или иного цвѣта; при освѣщеніи же темныхъ (т.-е. не само-свѣтящихся) предметовъ лучами одного какого-нибудь цвѣта, соотвѣтственную окраску пріобрѣтутъ лишь тѣ предметы, которые способны отражать лучи этого именно цвѣта, прочіе же останутся темными [1]).

Подобнымъ же образомъ **цвѣтъ прозрачной срединѣ** зависитъ отъ цвѣта лучей, проходящихъ черезъ нее, такъ какъ, при прохожденіи свѣта черезъ средину, только часть его пропускается, часть же поглощается; значитъ, зеленое стекло лишь потому намъ кажется такимъ, что черезъ него проходятъ по преимуществу зеленые лучи, прочіе же задерживаются. Если средина одинаково пропускаетъ всѣ цвѣтные лучи, то она кажется безцвѣтной. Значитъ, черезъ стекло даннаго цвѣта по преимуществу должны проходить лучи лишь соотвѣтственнаго цвѣта; дѣйствительно, если смотрѣть черезъ цвѣтное стекло, напримѣръ, красное, то всѣ предметы будутъ казаться либо красными, либо темными (это тѣ, которые не отражаютъ отъ себя ни одного краснаго луча; такъ, напримѣръ, всѣ зеленые предметы, разсматриваемые черезъ красное стекло, кажутся черными); если сложить два стекла—*красное* и *зеленое*, то черезъ нихъ ничего не будетъ видно, такъ какъ черезъ красное стекло пройдутъ лишь красные лучи, прочіе же задержатся этимъ стекломъ; красные же лучи, въ свою очередь, поглотятся зеленымъ стекломъ, пропускающимъ лишь зеленые лучи [2]).

280. Спектроскопъ.

Наблюденія надъ спектрами производятся при помощи особаго прибора, называемаго *спектроскопомъ*; въ немъ спектры отъ различныхъ источниковъ свѣта разсматриваютъ въ увеличенномъ видѣ Главной частью спектроскопа (рис. 486) является призма [3]) „P“,

---

[1]) Слѣдуетъ замѣтить, что обычно тѣла разсѣиваютъ лучи не одного только цвѣта, а нѣсколькихъ, но все же изъ этихъ нѣсколькихъ цвѣтовъ одинъ является преобладающимъ въ разсѣиваемыхъ лучахъ. Только краски *индиго* и *карминъ* разсѣиваютъ лучи почти исключительно одного цвѣта: *индиго*—синяго, *карминъ*—краснаго; потому ихъ цвѣта очень ярки.

[2]) Слѣдуетъ замѣтить, что составъ прошедшаго черезъ средину свѣта зависитъ еще и отъ ея толщины; есть такія средины, которыя въ тонкомъ слоѣ пропускаютъ лучи одного цвѣта, а въ толстомъ—другого; это явленіе называется *бихроизмомъ*, или *двухцвѣтностью*.

[3]) Обычно она дѣлается изъ флинтгласа (стекло съ примѣсью свинцае

вокругъ которой расположены, какъ показано на рисункѣ, три трубы А, В и С, оси которыхъ расположены въ одной плоскости съ главнымъ сѣченіемъ призмы, т.-е. перпендикулярно къ преломляющему ребру призмы. Труба „А“, называемая *колиматоромъ*, имѣетъ на своемъ концѣ, удаленномъ отъ призмы, узкую щель „*a*“ (рис. 488),

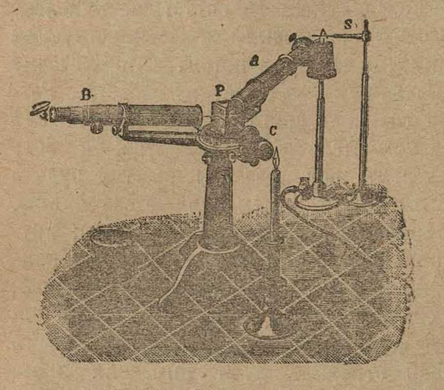


Рис. 486.

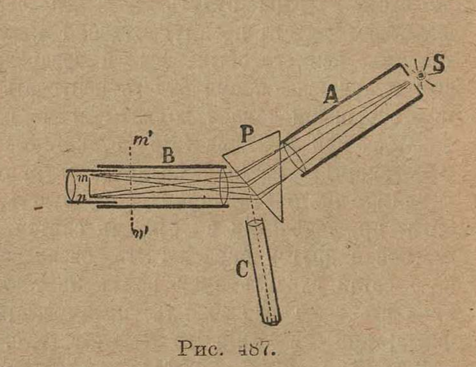


Рис. 487.

передъ которой и помѣщается тотъ источникъ свѣта, спектръ котораго желаютъ получить; лучи источника входятъ въ щель трубы „А“, дальнѣйшій ходъ лучей изображенъ на рисункѣ 487-мъ; труба „А“ имѣетъ въ концѣ, обращенномъ къ призмѣ, двояковыпуклую чечевицу, при чемъ длина трубы и чечевицы дѣлаются такими, чтобы главный фокусъ чечевицы приходился какъ разъ въ щели „*a*“; вслѣдствіе этого лучи отъ источника свѣта „S“, помѣщаемаго такимъ образомъ въ главномъ фокусѣ, преломляясь въ чечевицѣ, по выходѣ изъ нея идутъ параллельно (на рисункѣ изображены для ясности только три луча); эти лучи преломляются призмой „Р“, разлагаются на цвѣтные (на рис. изображены только крайніе лучи: красные и фіолетовые) и затѣмъ достигаютъ чечевицы, вставленной въ трубу „В“; преломляясь въ этой чечевицѣ, лучи становятся сходящимися, и, такъ какъ лучи каждаго цвѣта обладаютъ особой преломляемостью, то каждый цвѣтъ имѣетъ свой фокусъ; значитъ, фіолетовые лучи сойдутся въ одной точкѣ, положимъ, „m“, красные же въ другой — „n“; фокусы всѣхъ прочихъ цвѣтныхъ лучей расположатся между „m“ и „n“; слѣдовательно, въ „mn“ получится спектръ того свѣта, который впущенъ въ щель колиматора „А“; полученный спектръ разсматриваютъ помощью другого двояковыпуклаго стекла трубы „В“, помѣщеннаго въ такомъ разстояніи отъ спектра „mn“, чтобы этотъ спектръ находился между чечевицей и ея главнымъ фокусомъ; тогда глазъ увидитъ увеличенное изображеніе спектра „m′n′“ [1]).

[1]) Въ трубѣ „А“ дѣлается, какъ мы выше говорили, щель, а не круглое отверстіе; это объясняется тѣмъ, что въ такомъ случаѣ спектръ получается значительно яснѣй, такъ какъ онъ состоитъ не изъ кружковъ, значительной частью налегающихъ другъ на друга, а изъ множества узкихъ прямоугольниковъ, весьма мало захватывающихъ другъ друга.

Третья труба „C“ служитъ для того, чтобы, вмѣстѣ съ спектромъ, глазъ видѣлъ и шкалу съ дѣленіями, помощью которыхъ можно точно опредѣлять положеніе каждаго цвѣта въ спектрѣ; въ одномъ концѣ этой трубки, въ главномъ фокусѣ чечевицы, находящейся въ другомъ ея концѣ (обращенномъ къ призмѣ), помѣщается стеклянная шкала съ дѣленіями, освѣщаемая свѣчей (или какимъ-либо другимъ источникомъ свѣта); эта шкала посылаетъ свои лучи къ чечевицѣ, изъ которой они выходятъ параллельнымъ пучкомъ, падающимъ на грань призмы „P“ подъ угломъ, бо́льшимъ предѣльнаго угла полнаго внутренняго отраженія; поэтому лучи эти отражаются отъ призмы, входятъ въ трубу „B“ и даютъ въ „mn“ дѣйствительное изображеніе шкалы, а въ „m'n'“ получается, вмѣстѣ съ спектромъ, увеличенное изображеніе этой шкалы.

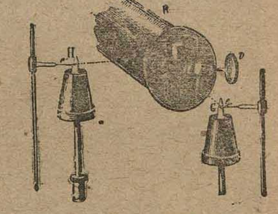


Рис. 488.

Надъ верхней частью щели „*a*“ (рис. 488) помѣщается призмочка съ полнымъ внутреннимъ отраженіемъ; съ ея помощью *можно наблюдать спектры отъ двухъ источниковъ* „G“ и „H“. Отъ перваго („G“) свѣтъ непосредственно попадаетъ въ нижнюю часть щели; отъ второго (H)—свѣтъ попадаетъ въ верхнюю часть щели, преломляясь предварительно въ призмочкѣ съ полнымъ внутреннимъ отраженіемъ.

281. Три рода спектровъ.

Спектры всѣхъ источниковъ свѣта дѣлятся на три рода: 1) *спектры сплошные*, 2) *спектры прерывистые* (*линейчатые*) и 3) *спектры поглощенія*; разсмотримъ особенности каждаго изъ нихъ отдѣльно.

I. **Спектры сплошные.** Почти всякое тѣло, нагрѣтое до извѣстной температуры, начинаетъ излучать свѣтъ, который можно разложить призмою въ спектръ. Нагрѣемъ какой-нибудь металлъ до сравнительно небольшой температуры, въ 500°—600°; онъ станетъ ярко-краснымъ (*красное* каленіе), и въ его спектрѣ замѣчаются только красные лучи; съ дальнѣйшимъ увеличеніемъ температуры къ красному цвѣту спектра постепенно присоединяются прочіе шесть цвѣтовъ; полный спектръ изъ всѣхъ семи цвѣтовъ получится, когда тѣло будетъ *накалено добѣла*, а именно при температурѣ приблизительно въ 1200°; дальнѣйшее увеличеніе температуры дѣлаетъ спектръ только болѣе яснымъ (его цвѣтъ рѣзче выдѣляется), но не измѣняетъ его. На рисункѣ 489-омъ (спектръ I) изображенъ спектръ платины, накаленной добѣла; *онъ состоитъ изъ всѣхъ семи цвѣтовъ, постепенно, безъ всякаго перерыва переходящихъ одинъ въ другой отъ краснаго до фіолетоваго.* Многочисленные опыты показали, что такой **сплошной (непрерывный) спектръ получается отъ всѣхъ твердыхъ и жидкихъ тѣлъ, накаленныхъ добѣла** [1]).

[1]) Конечно, при томъ условіи, что тѣло, доведенное до температуры бѣлаго каленія, остается твердымъ или жидкимъ, а не переходитъ въ другое состояніе.

II. **Спектры прерывистые** (линейчатые). Они изображены на рис. 489-омъ (спектры II-ой и III-ій) и *состоятъ изъ одной или нѣсколькихъ яркихъ цвѣтныхъ линій, перпендикулярныхъ къ длинѣ спектра и раздѣленныхъ большими темными промежутками;* **спектры этого рода**, какъ показалъ опытъ, **получаются отъ свѣтящихся паровъ и газовъ.** Какъ же получить свѣтящіеся газы и пары? Если тѣло легко обращается въ паръ, то его вводятъ въ небольшомъ количествѣ (на платиновомъ тиглѣ) въ пламя спиртовой или газовой (Бунзеновской) горѣлки, обладающее довольно высокой температурой; въ пламени горѣлки введенное въ него вещество обращается въ пары, которые окрашиваютъ пламя въ тотъ или другой цвѣтъ, характерный для даннаго вещества; такъ, хлористый натръ (обыкновенная соль), будучи введенъ въ пламя спирта, окрашиваетъ его въ желтый цвѣтъ.

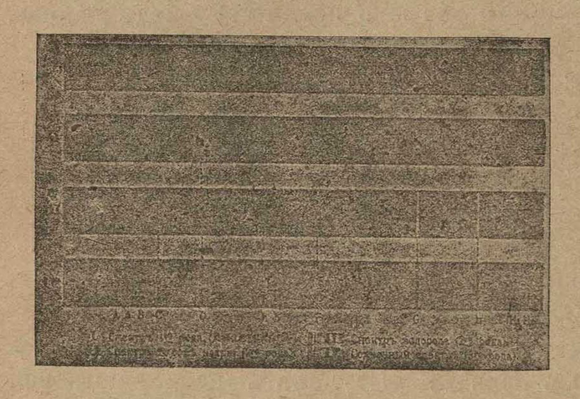


Рис. 489.

Если испытуемое вещество обращается въ паръ только при очень высокой температурѣ, то его вводятъ въ помѣщенное передъ щелью спектроскопа пламя *вольтовой дуги*, температура котораго (3500°) достаточна для обращенія въ паръ очень многихъ веществъ. Еще лучше заставить перескакивать электрическія искры между электродами, сдѣланными изъ испытуемаго вещества и помѣщенными какъ разъ передъ щелью спектроскопа. Для наблюденія спектровъ газовъ передъ спектроскопомъ помѣщаютъ гейслеровы трубки (см. вып. 29), наполненныя испытуемыми газами; при пропусканіи черезъ нихъ тока газы излучаютъ свѣтъ, цвѣтъ котораго зависитъ отъ природы газа. Наблюденія надъ линейными (прерывистыми) спектрами всевозможныхъ паровъ и газовъ,—спектрами, полученными указанными выше способами,—привели къ слѣдующему важному заключенію: *для каждаго вещества, находящагося въ состояніи раскаленнаго газа или пара, цвѣтныя линіи, составляющія его спектръ, имѣютъ вполнѣ опредѣленный цвѣтъ, расположеніе и яркость*; значитъ, цвѣтъ, расположеніе и яркость линій прерывистаго спектра вполнѣ характеризуютъ собою каждое данное вещество; слѣдовательно, у двухъ разныхъ веществъ не можетъ быть одинаковаго прерывистаго спектра, такъ какъ **каждое вещество имѣетъ свой, вполнѣ характерный именно для него прерывистый спектръ.** Такъ, спектръ *натрія* (рис. 489, спектръ II-ой имѣетъ на темномъ фонѣ одну желтую линію; спектръ *водорода* (рис. 489, спектръ III-ій) имѣетъ на темномъ фонѣ 4 линіи: красную, зеленую, синюю и фіолетовую; спектръ *литія* имѣетъ двѣ линіи — обѣ красныя и т. д. Число цвѣтныхъ линій въ спектрахъ

нѣкоторыхъ веществъ бываетъ очень велико: такъ, спектръ *желѣза*[1]) имѣетъ 460 разныхъ линій.

III. **Спектры поглощенія**, называемые еще *обращенными* спектрами, происходятъ тогда, когда *свѣтъ отъ* какого-нибудь *накаленнаго добѣла твердаго или жидкаго тѣла*, прежде чѣмъ попасть въ щель спектроскопа, *проходитъ черезъ какую-нибудь средину*, **поглощающую часть его лучей**; при этомъ получаются *сплошные спектры, прорѣзанные одной или нѣсколькими темными полосами, перпендикулярными длинѣ спектра* (рис. 489, спектръ IV). Очевидно, эти темныя полосы получаются вслѣдствіе отсутствія въ спектрѣ тѣхъ свѣтовыхъ лучей, которые поглотились срединой при прохожденіи черезъ нее свѣта отъ накаленнаго добѣла твердаго или жидкаго тѣла. Многочисленные опыты нѣмецкаго ученаго *Киргофа* доказали, что *всякая средина при прохожденіи черезъ нее лучей раскаленнаго добѣла тѣла поглощаетъ какъ разъ тѣ цвѣтные лучи, которые она сама испускаетъ, когда раскалится и сдѣлается свѣтящеюся.* Это легко доказать слѣдующимъ опытомъ: если черезъ щель спектроскопа пропустить лучи свѣта вольтовой дуги, то спектръ получится сплошной; если же лучи свѣта этой вольтовой дуги, прежде чѣмъ они войдутъ въ щель спектроскопа, пропустить черезъ пламя натрія, имѣющее, какъ мы уже знаемъ, желтый цвѣтъ, то въ спектрѣ получится темная полоса (линія) именно въ томъ мѣстѣ, гдѣ находится въ сплошномъ спектрѣ полоса желтаго цвѣта; слѣдовательно, пары натрія задержали (*поглотили*) тѣ лучи (желтые) электрическаго свѣта (вольтовой дуги), которые падали на мѣсто, занимаемое теперь темной полосой, а всѣ остальные—пропустили. Если бы мы электрическій свѣтъ, до входа его въ щель спектроскопа, пропустили черезъ пары литія, то въ сплошномъ спектрѣ въ красной его полосѣ получились бы двѣ темныя линіи; мы же знаемъ, что прерывистый спектръ литія имѣетъ двѣ красныя линіи на темномъ фонѣ; слѣдовательно, литій поглощаетъ какъ разъ тѣ красные лучи электрическаго свѣта, которые онъ, свѣтясь, самъ испускаетъ. Подобными опытами доказано, что, *если лучи какого-нибудь раскаленнаго добѣла источника проходятъ черезъ раскаленное газообразное тѣло, то это послѣднее поглощаетъ тѣ лучи, какіе само испускаетъ, такъ что, вмѣсто сплошного спектра, получается спектръ поглощенія съ темными линіями на тѣхъ самыхъ мѣстахъ, гдѣ должны получиться свойственныя газообразному тѣлу свѣтлыя линіи.*

282. Солнечный спектръ.

Спектръ солнечнаго свѣта (на рисункѣ 489, спектръ IV-ый) состоитъ изъ всѣхъ семи цвѣтовъ, но въ различныхъ мѣстахъ его пересѣкаютъ черныя линіи различной толщины; иначе говоря, солнечный спектръ представляетъ собою спектръ поглощенія. *Темныя*

[1]) Ясно, что мы говоримъ о спектрѣ раскаленныхъ *паровъ* желѣза, такъ какъ, если раскалено само желѣзо, то его спектръ будетъ, какъ мы установили, сплошнымъ; а здѣсь рѣчь идетъ о прерывистыхъ (линейчатыхъ) спектрахъ, полученныхъ отъ разложенія свѣта, испускаемаго газами и парами.

линии солнечнаго спектра[1]) были особенно тщательно изслѣдованы *Фрауенгоферомъ*, и потому онѣ носятъ названіе **фраунгоферовыхъ линій**; наиболѣе рѣзкія изъ нихъ обозначаются буквами латинскаго алфавита; ихъ всего восемъ: A и B—въ красномъ цвѣтѣ, C—въ оранжевомъ, D—въ желтомъ, E въ зеленомъ, *F*—въ голубомъ, G— въ синемъ и H—въ фіолетовомъ, т.-е., короче, 2 линіи въ красномъ цвѣтѣ и по одной въ каждомъ изъ остальныхъ цвѣтовъ. Число же всѣхъ фрауенгоферовыхъ линій достигаетъ нѣсколькихъ тысячъ [2]).

Изъ того, что солнечный спектръ представляетъ собой спектръ поглощенія, не трудно заключить, что солнечный свѣтъ проходитъ черезъ нѣкоторую средину, поглощающую изъ него группы лучей, соотвѣтствующихъ темнымъ фрауенгоферовымъ линіямъ. Если бы солнце было раскаленнымъ твердымъ или жидкимъ тѣломъ, то оно давало бы спектръ сплошной; если бы оно представляло скопленіе разскаленной газообразной матеріи, то его спектръ былъ бы прерывистымъ (линейчатымъ); изъ того же, что спектръ солнца представляетъ спектръ поглощенія, слѣдуетъ заключить, что *солнце состоитъ изъ раскаленнаго ядра (твердаго или жидкаго), окруженнаго свѣтящейся газообразной атмосферой;* лучи ядра, прежде чѣмъ дойти до насъ, проходятъ эту атмосферу, и она поглощаетъ изъ нихъ тѣ цвѣтные лучи, которые сама испускаетъ, вслѣдствіе чего и получаются темныя фрауенгоферовы линіи въ тѣхъ мѣстахъ солнечнаго спектра, *гдѣ должны бы быть цвѣтныя линіи, соотвѣтствующія линейчатымъ спектрамъ веществъ, пары которыхъ содержатся въ солнечной атмосферѣ.* Слѣдовательно, чтобы опредѣлить, какія вещества входятъ въ составъ атмосферы солнца, а значитъ, и въ составъ самаго ядра [3]), надо узнать, цвѣтнымъ линіямъ какихъ веществъ соотвѣтствуютъ фрауенгоферовы линіи солнечнаго спектра; для этого сравниваютъ прерывистые спектры, даваемые различными накаленными парами и газами, со спектромъ солнца; путемъ такихъ сравненій было найдено, что свѣтлыя линіи, характеризующія многія земныя вещества, въ точности соотвѣтствуютъ тѣмъ или другимъ фрауенгоферовымъ линіямъ; значитъ, газы этихъ веществъ входятъ въ составъ солнечной атмосферы: къ такимъ веществамъ относятся: желѣзо, калій, магній, никкель, водородъ и многія другія (числомъ до 35).

283. Понятіе о спектральномъ анализѣ.

Въ § 281 мы установили, что каждое вещество, обращенное въ раскаленный (и потому свѣтящійся) паръ, даетъ опредѣленный, *одному ему свойственный* спектръ. Значитъ, зная спектры различныхъ веществъ, можно по нимъ опредѣлить составъ какого-нибудь тѣла. *Способъ узнавать химическій составъ даннаго тѣла по виду спектра его раскаленныхъ паровъ или по производимому*

---

[1]) Онѣ впервые были замѣчены *Вульстеномъ* въ началѣ XIX вѣка.

[2]) Самъ Фрауенгоферъ насчиталъ ихъ до 700; съ усовершенствованіемъ способовъ наблюденія (т.-е. съ усовершенствованіемъ спектроскоповъ) число замѣченныхъ темныхъ линій все увеличивается.

[3]) Такъ какъ, очевидно, атмосфера, окружающая ядро солнца, состоитъ изъ паровъ веществъ, составляющихъ самое ядро.

или спектру поглощенія при пропусканіи черезъ нихъ свѣта раскаленнаго добѣла тѣла называется **спектральнымъ анализомъ**. Этотъ способъ впервые былъ примѣненъ въ 1860 году *Киргофомъ* и *Бунзеномъ*; благодаря имъ же спектральный анализъ получилъ самое широкое развитіе. Очевидно, спектральный анализъ основанъ на томъ, что сложное вещество, будучи обращено въ раскаленные пары (однимъ изъ указанныхъ въ § 281 способовъ), даетъ спектръ, содержащій цвѣтныя линіи, характеризующія химическіе элементы, входящіе въ составъ этого вещества. Этотъ методъ изслѣдованія отличается чрезвычайной чувствительностью: такъ, напр., достаточно одной трехмилліонной миллиграмма какой-нибудь соли натрія, введенной въ пламя, чтобы въ спектроскопѣ появилась характерная для натрія желтая линія. Если въ спектрѣ испытуемаго вещества замѣчаются новыя, не принадлежащія извѣстнымъ химическимъ элементамъ [1]), линіи, то это служитъ указаніемъ на существованіе новаго, еще неизвѣстнаго химическаго элемента. Такимъ путемъ были открыты элементы—*рубидій*, *талій*, *цезій*, *галій* и нѣкоторые другіе; существованіе ихъ было затѣмъ подтверждено путемъ обыкновеннаго химическаго анализа.

Спектральный анализъ при помощи изслѣдованія спектровъ поглощенія получилъ широкое примѣненіе въ *астрофизикѣ*, т.-е. той части астрономіи, которая занимается изученіемъ физическихъ свойствъ небесныхъ тѣлъ. Изъ предшествующаго параграфа мы знаемъ уже, какъ опредѣляется составъ атмосферы, окружающей солнце, а вмѣстѣ съ тѣмъ, значитъ, и составъ самого солнца. Изслѣдованіе спектровъ различныхъ *звѣздъ* показало, что онѣ—тѣла, весьма похожія на солнце, т.-е. онѣ, состоя изъ раскаленнаго ядра, окруженнаго свѣтящимися парами, содержатъ въ себѣ много веществъ, извѣстныхъ на землѣ. Изслѣдованіе спектровъ различныхъ *туманныхъ пятенъ* показало, что нѣкоторыя изъ нихъ представляютъ собой громадныя массы раскаленной и свѣтящейся газообразной матеріи, такъ какъ они даютъ прерывистые спектры, характерные именно для свѣтящихся паровъ и газовъ; нѣкоторыя же туманныя пятна даютъ спектры, подобные спектрамъ звѣздъ; значитъ, они представляютъ собой скопленія звѣздъ.

284. Хроматическая аберрація.

Выше (въ § 276) мы говорили о сферической аберраціи при преломленіи свѣта въ чечевицахъ; но, кромѣ того, при этомъ наблюдается еще и такъ называемая **хроматическая аберрація**, являющаяся слѣдствіемъ различной преломляемости цвѣтныхъ лучей, входящихъ въ составъ бѣлаго цвѣта. Такъ, при преломленіи лучей, исходящихъ изъ свѣтящейся точки «*S*» (рис. 490), въ двояковыпуклой чечевицѣ «*A*», эти лучи разлагаются на цвѣта, какъ въ призмѣ,

Рис. 490.

Рис. 491.

при чемъ фіолетовые лучи, какъ болѣе преломляющіеся, сходятся въ точкѣ, болѣе близкой къ чечевицѣ, чѣмъ лучи прочихъ цвѣтовъ; красные же лучи пересѣкаютъ оптическую ось дальше всѣхъ остальныхъ; вслѣдствіе этого при помѣщеніи экрана «*B*» въ различныхъ мѣстахъ, какъ это показано на рисункѣ, на немъ получается не бѣлая точка, а пятно, окрашенное концентрически во всѣ цвѣта спектра; вотъ почему, если вмѣсто точки «*S*» будетъ свѣтящійся предметъ, края [2]) его изображенія окрашиваются въ различные цвѣта и тѣмъ уменьшаютъ

[1]) Вѣдь теперь извѣстны спектры всѣхъ доселѣ обнаруженныхъ химическихъ элементовъ.

[2]) Только края, такъ такъ въ срединѣ всѣ цвѣта, налегая другъ на друга, смѣшиваются и даютъ бѣлый цвѣтъ.

ясность (изображенія); это явленіе и называется *хроматической аберраціей.* Ее можно устранить путемъ соединенія двухъ чечевицъ: двояковыпуклой кронгласовой—«*К*» (рис. 491) и плосковогнутой флинтгласовой—«*Ф*»; кривизны обѣихъ чечевицъ подбираются надлежащимъ образомъ,—и получается система, называемая **ахроматическимъ стекломъ.** Цвѣтные лучи, происходящіе отъ разложенія бѣлыхъ лучей, падающихъ на чечевицу «*К*», поворачиваются ею къ оптической оси, чечевицей же «*Ф*» они отклоняются отъ оси; благодаря этому [1]) цвѣтные лучи сходятся почти въ одной точкѣ, и хроматическая аберрація значительно уменьшается.

V. Свойства невидимыхъ лучей.

285. Тепловое дѣйствіе свѣта; инфракрасные лучи.

Всякое тѣло подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей болѣе или менѣе нагрѣвается; въ этомъ и заключается *тепловое* дѣйствіе лучей свѣта. Въ одинаковой ли степени оказываютъ тепловое дѣйствіе различные цвѣтные лучи? На этотъ вопросъ дали отвѣтъ изслѣдованія физика *Гершеля.* Онъ бралъ чувствительный термометръ [2]) и помѣщалъ его въ различныхъ частяхъ спектра. Оказалось, что фіолетовые, синіе и голубые лучи совсѣмъ не грѣютъ или грѣютъ очень слабо; тепловое дѣйствіе начинается лишь въ зеленой части спектра и увеличивается по мѣрѣ приближенія къ красной его части. Далѣе Гершель обнаружилъ, что нагрѣваніе продолжается и тогда, когда термометръ помѣщается внѣ видимой части спектра за его краснымъ концомъ; мало того, именно здѣсь въ темномъ пространствѣ за краснымъ концомъ спектра замѣчается самое сильное нагрѣваніе; затѣмъ оно ослабѣваетъ и прекращается далеко за краснымъ концомъ: разстояніе (отъ краснаго конца), на которое обнаруживается тепловое дѣйствіе, превосходитъ длину видимой части спектра. Изъ приведеннаго опыта Гершеля ясно, что пучокъ солнечныхъ лучей состоитъ не только изъ *видимыхъ* лучей, но и изъ лучей, *невидимыхъ* глазомъ, лежащихъ за краснымъ концомъ спектра и обнаруживаемыхъ по производимому ими нагрѣванію. *Эти невидимые глазу лучи, лежащіе за красной частью спектра,* называются **инфракрасными**, или, еще иначе, **тепловыми лучами**, такъ какъ они оказываютъ на тѣло самое большое тепловое дѣйствіе. Итакъ, солнечные лучи, падая на непрозрачное для нихъ тѣло, нагрѣваютъ его, при чемъ различные цвѣтные лучи, составляющіе солнечный лучъ, сообщаютъ тѣлу различныя количества теплоты; наибольшее количество теплоты придаютъ тѣлу невидимые инфракрасные лучи.

---

[1]) При надлежаще подобранныхъ кривизнахъ обѣихъ чечевицъ.

[2]) Вообще для этого рода изслѣдованій ртутный термометръ не достаточно чувствителенъ; вмѣсто него, пользуются *термомультипликаторомъ* (см § 221, вып. 29) Мелони.

286. Поглощательная и лучеиспускательная способность тѣлъ.

Мы знаемъ, что различныя тѣла подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей нагрѣваются не въ одинаковой степени; такъ, черное сукно нагрѣвается значительно сильнѣй бѣлаго полотна. Такое различіе въ нагрѣваніи тѣлъ объясняется слѣдующимъ. Вообще, лучи солнца вызываютъ нагрѣваніе лишь въ тѣхъ тѣлахъ, которыя для нихъ непрозрачны и, слѣдовательно, въ которыхъ лучи солнца вполнѣ или частью поглощаются; очевидно, нагрѣваніе будетъ тѣмъ сильнѣй, чѣмъ большая часть падающихъ на тѣло лучей поглощается въ немъ. Такъ, черныя шероховатыя поверхности совершенно поглощаютъ почти всѣ падающіе на нихъ лучи и потому очень сильно нагрѣваются; бѣлыя полированныя поверхности, наоборотъ, большинство падающихъ на нихъ лучей отражаютъ и потому почти совершенно не нагрѣваются; далѣе, красное стекло въ красной части спектра не нагрѣвается, такъ какъ пропускаетъ всѣ лучи; въ другихъ же частяхъ спектра, особенно въ зеленой, оно нагрѣвается, такъ какъ поглощаетъ лучи прочихъ цвѣтовъ. Итакъ, *по нагрѣванію тѣла подъ вліяніемъ падающихъ на него лучей мы можемъ судить о томъ, прозрачно ли данное тѣло для этихъ лучей или нѣтъ*. Изслѣдуя такимъ образомъ тѣла относительно инфракрасныхъ лучей, нашли, что нѣкоторыя вещества, какъ *каменная* соль, *сильвинъ* и др., вполнѣ прозрачны для этихъ лучей, другія же, какъ *квасцы, вода, ледъ* и др., будучи вполнѣ прозрачны для видимой части спектра, почти совершенно поглощаютъ невидимые инфракрасные лучи [1]). Средины, прозрачныя какъ для свѣтлыхъ, такъ и для темныхъ лучей (каменная соль, сильвинъ и др.), называются *теплопрозрачными*; вещества, не пропускающія тепловыхъ лучей, называются *нетеплопрозрачными*; средины, пропускающія безразлично всѣ лучи, называются *теплобезцвѣтными*; всѣ же прочія—*теплоцвѣтными*, или *теплокрашенными*.

Лучеиспускательная способность тѣлъ заключается въ томъ, что всякое тѣло, будучи нагрѣто, начинаетъ само испускать лучи, сначала невидимые глазомъ, а затѣмъ, когда температура нагрѣваемаго тѣла достаточно увеличится, то и видимые. Такъ, металлы, нагрѣтые до температуры, меньшей 500°, испускаютъ лучи темные (т.-е. инфракрасные); будучи нагрѣты до 500°, они испускаютъ уже видимые лучи наименьшей преломляемости, т.-е. красные; затѣмъ, съ увеличеніемъ температуры, появляются прочіе цвѣтные лучи спектра, такъ что при температурѣ въ 1200° и выше металлы испускаютъ лучи всякой преломляемости. Количество и качество испускаемыхъ лучей зависятъ не только отъ температуры нагрѣваемаго тѣла, но и отъ природы его вещества и отъ состоянія

---

[1]) Стекло пропускаетъ очень мало темныхъ лучей; поэтому для опытовъ съ инфракрасными лучами надо изготовлять призмы и чечевицы изъ каменной соли. Можно получить только темные лучи, для чего достаточно пропустить солнечный свѣтъ черезъ *растворъ іода въ сѣрнистомъ углеродѣ*, который задерживаетъ всѣ видимые лучи и пропускаетъ только инфракрасные.

поверхности тѣла [1]. *Киргофъ*, изучая лучеиспускательную способность тѣлъ въ связи съ ихъ поглощательной способностью, вывелъ слѣдующій законъ: **лучеиспускательная способность тѣла при данныхъ условіяхъ пропорціональна его поглощательной способности** [2], т.-е., говоря иначе, тѣло тѣмъ больше при данныхъ условіяхъ испускаетъ тѣхъ или иныхъ лучей, чѣмъ больше оно ихъ поглощаетъ при тѣхъ же условіяхъ.

Этотъ законъ, выведенный на основаніи ряда опытовъ, не трудно доказать помощью слѣдующаго прибора. Двѣ цилиндрическія коробки АВ и EF (рис. 492) наполнены воздухомъ и соединены между собою стеклянной трубкой, содержащей подкрашенную жидкость; посрединѣ между указанными коробками помѣщается третья металлическая коробка „CD“, наполняемая по желанію горячей водой. Пусть одна сторона „C“ этой коробки — полированная, другая „D“ — покрыта сажей; поверхности же В и Е крайнихъ коробокъ — одинаковы (обѣ полированы). Какъ только мы наполнимъ среднюю коробку горячей водой, такъ тотчасъ же жидкость въ соединительной трубкѣ передвинется отъ правой коробки къ лѣвой; это объясняется, очевидно, тѣмъ, что воздухъ правой коробки получаетъ отъ поверхности D, покрытой сажей, больше тепловыхъ лучей, чѣмъ воздухъ лѣвой коробки; вслѣдствіе этого, воздухъ правой коробки больше расширяется и передвигаетъ жидкость въ соединительной трубкѣ справа налѣво. Произведемъ, далѣе, тотъ же опытъ, покрывъ только поверхность „В“ сажей; тогда (при наливаніи въ среднюю коробку горячей воды) жидкость соединительной трубки остается безъ движенія. Почему? Потому что теперь противъ полированной поверхности „C“ средней коробки находится поверхность „В“, покрытая сажей, и хотя поверхность „C“ попрежнему испускаетъ меньше лучей, чѣмъ покрытая сажей поверхность „D“, но зато теперь покрытая сажей поверхность „В“ во столько же разъ больше поглощаетъ лучей, чѣмъ полированная поверхность „Е“; слѣдовательно, воздухъ въ обѣихъ крайнихъ коробкахъ нагрѣвается одинаково.

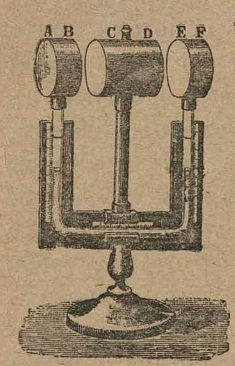


Рис. 492.

287. Отраженіе и преломленіе инфракрасныхъ лучей.

Невидимые лучи, отличаясь отъ видимыхъ своей меньшей преломляемостью, совершенно не отличаются отъ нихъ своей природой, и потому всѣ разсмотрѣнныя нами свойства видимыхъ лучей

---

[1] Тѣла шероховатыя испускаютъ лучей болѣе, чѣмъ полированныя; газы испускаютъ теплоту очень слабо; металлы же и вообще твердыя тѣла — значительно больше, несмотря на то, что температура газовъ можетъ быть выше температуры твердыхъ тѣлъ.

[2] Такъ, сажа имѣетъ наибольшую поглощательную способность и, въ то же время, обладаетъ наибольшей лучеиспускательной способностью.

принадлежатъ и лучамъ невидимымъ [1]). Невидимые лучи, какъ и видимые, распространяются въ однородной средѣ прямолинейно и съ тою же скоростью, какъ видимые лучи. Преломляются и отражаются невидимые лучи по тѣмъ же законамъ, что и видимые лучи; но, такъ какъ инфракрасные лучи не воспринимаются глазомъ въ видѣ свѣтового впечатлѣнія, то для того, чтобы убѣдиться въ справедливости сказаннаго, надо пользоваться термометромъ, нагрѣваніе котораго обнаружитъ присутствіе невидимыхъ лучей. Изслѣдуя *отраженіе* инфракрасныхъ лучей, *Пикте* ставилъ другъ противъ друга два большихъ вогнутыхъ зеркала A и B (рис. 493) и въ фокусѣ „F" одного помѣщалъ раскаленные угли. Лучи отъ углей (большинство этихъ лучей суть тепловые, инфракрасные), падая на зеркало „A", отражаются отъ него параллельно и падаютъ на второе зеркало „B", отразившись отъ котораго, собираются въ его фокусѣ „G"; помѣщенный здѣсь термометръ нагрѣвается и показываетъ повышеніе температуры; легко воспламеняющееся тѣло, помѣщенное здѣсь, можетъ загорѣться. Вмѣсто углей, можно помѣстить въ фокусѣ „F" перваго зеркала кубъ съ горячей водой, и явленіе остается неизмѣннымъ, хотя кубъ будетъ испускать исключительно инфракрасные лучи.

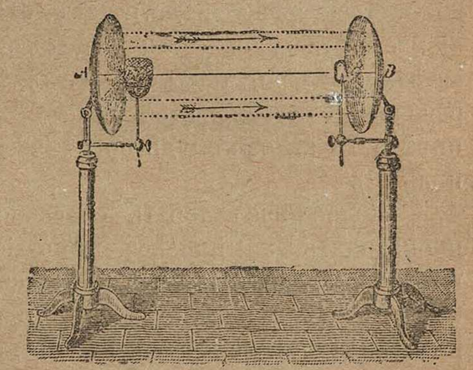


Рис. 493.

Для изслѣдованія *преломленія* инфракрасныхъ лучей лучше всего пользоваться чечевицами и призмами изъ каменной соли, такъ какъ онѣ совершенно теплопрозрачны [2]). Явленіе преломленія инфракрасныхъ лучей совершенно тождественно преломленію лучей видимыхъ, съ тою только разницей, что показатели преломленія инфракрасныхъ лучей значительно меньше таковыхъ для видимыхъ лучей.

288. Химическое дѣйствіе свѣта; ультрафіолетовые лучи.

Лучи солнца и другихъ источниковъ, кромѣ свѣтового и теплового дѣйствія, производятъ еще и *химическое*, способствуя то *соединенію* нѣсколькихъ веществъ въ одно сложное тѣло, то *разложенію* сложнаго тѣла на его составные элементы. Такъ, смѣсь изъ равныхъ объемовъ *хлора* и *водорода*, оставаясь неизмѣнной въ темнотѣ,

[1]) Все это относится не только къ невидимымъ инфракраснымъ лучамъ, но и къ невидимымъ ультрафіолетовымъ лучамъ, съ которыми мы познакомимся ниже, въ § 288.

[2]) Можно приготовить полую двояковыпуклую чечевицу и наполнить ее, растворомъ іода въ сѣроуглеродѣ; такая чечевица не будетъ пропускать видимыхъ лучей; если же на нее направить лучи солнца, то за чечевицей соберутся въ ея главномъ фокусѣ только инфракрасные (невидимые) лучи, пропускаемые этимъ растворомъ, и бумага, помѣщенная въ фокусѣ этой чечевицы, загорится.

подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей образуетъ соединеніе, называемое *хлористымъ водородомъ*, при чемъ эти вещества (хлоръ и водородъ) подъ вліяніемъ свѣта съ такой энергіей вступаютъ въ соединеніе, что оно сопровождается взрывомъ. Самый яркій примѣръ химическаго дѣйствія свѣта мы наблюдаемъ въ процессѣ питанія растеній: они поглощаютъ листьями *углекислый газъ*, который отъ дѣйствія свѣта *разлагается* на *углеродъ* и *кислородъ*, при чемъ первый идетъ на образованіе растительныхъ тканей, а второй выдыхается (растеніями) Разлагающимъ же образомъ свѣтъ дѣйствуетъ и на такъ называемыя *соли серебра* (AgNo—азотно-серебряная соль, или ляписъ, AgCl—хлористое серебро и др.); такъ, бѣлое хлористое серебро подъ вліяніемъ свѣта разлагается на *хлоръ* и *серебро* и *темнѣетъ*, такъ какъ *последнее* (серебро) *выдѣляется въ видѣ мельчайшаго черного порошка*; это разложеніе совершается быстрѣй, если хлористое серебро пропитываетъ какое-нибудь органическое вещество (желатинъ, бумагу и др.) [1]).

Желая изслѣдовать способность различныхъ лучей спектра производить химическое дѣйствіе, фотографическую пластинку помѣщали въ различные цвѣта спектра и наблюдали за ея потемнѣніемъ отъ дѣйствія лучей того или иного цвѣта. Оказалось, что пластинка не чернѣетъ ни въ красной, ни въ оранжевой, ни въ желтой частяхъ спектра; почернѣніе пластинки начинается въ зеленой части и усиливается по мѣрѣ приближенія къ фіолетовому концу спектра; но здѣсь химическое дѣйствіе не прекращается, а наблюдается и за фіолетовымъ концомъ спектра на пространствѣ, приблизительно равномъ по длинѣ видимому спектру. Значитъ, кромѣ извѣстныхъ уже намъ невидимыхъ инфракрасныхъ лучей, менѣе преломляемыхъ, чѣмъ видимая часть спектра, *солнцемъ излучаются еще и другіе невидимые лучи, болѣе преломляемые, чѣмъ лучи видимой части спектра*, и *вызывающіе* не тепловое, а *химическое дѣйствіе*; эти лучи, какъ лежащіе за фіолетовой частью спектра, называются *ультрафіолетовыми*, а иногда—темными *химическими лучами*.

Слѣдуетъ замѣтить, что *всѣ спектральные лучи*, какъ инфракрасные, такъ и видимые и ультрафіолетовые, *отличаются другъ отъ друга только своей преломляемостью*; всѣ они въ большей или меньшей степени оказываютъ какъ тепловое, такъ и химическое дѣйствіе [2]), и люди, обладающіе острымъ зрѣніемъ, могутъ видѣть инфракрасные лучи, обычно невидимые. Относительное количество инфракрасныхъ, видимыхъ и ультрафіолетовыхъ лучей въ разныхъ источникахъ свѣта различно. Такъ, свѣча, масляная лампа даютъ мало химическихъ лучей, керосинъ—болѣе, электрическій свѣтъ, какъ и солнечный,—очень много; но особенно много ихъ въ спектрѣ горящей

---

[1]) При этомъ ускореніе процесса разложенія объясняется, очевидно, тѣмъ, что образующійся при разложеніи хлоръ вступаетъ тотчасъ же въ соединеніе съ органическимъ веществомъ.

[2]) Очевидно, дѣйствія лучей нераздѣльны: нельзя оставить лучу какого-нибудь цвѣта, напр., голубого, только свѣтовое дѣйствіе и отнять тепловое или химическое.

магніевой проволоки [1]) и въ спектрѣ электрической *искры*. Ультрафіолетовые лучи, какъ и инфракрасные, подчиняются всѣмъ тѣмъ же законамъ преломленія, отраженія и поглощенія, что и видимые лучи.

289. Понятіе о фотографіи.

На химическомъ дѣйствіи свѣта основана *фотографія* [2]). Фотографическій аппаратъ (рис. 494) представляетъ собою *камеру-обскуру*, въ одну сторону которой вставлена трубка съ двояковыпуклой чечевицей, называемой *объективомъ;* съ другой стороны въ камеру можно вдвигать *матовое* стекло, на которомъ получается обратное изображеніе внѣшняго предмета [3]). Когда желаютъ что-либо сфотографировать, то, наведя какъ слѣдуетъ (помощью матоваго стекла) аппаратъ, вмѣсто матоваго стекла вдвигаютъ такъ называемую *кассету*, — футляръ, въ которомъ находится *свѣточувствительная пластинка;* передняя крышка кассеты поднимается, и пластинка подвергается дѣйствію свѣта, проникающаго въ камеру-обскуру черезъ объективъ.

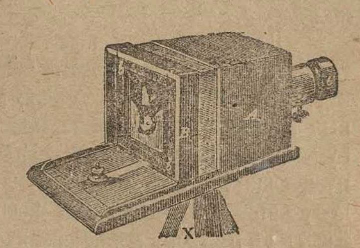


Рис. 494.

Свѣточувствительная пластинка представляетъ собою стеклянную пластинку, покрытую тонкимъ слоемъ *желатина*, въ которомъ растворено *бромистое серебро.* Выше мы уже говорили, что *соли серебра подъ вліяніемъ свѣта разлагаются*, и это разложеніе идетъ быстрѣй и легче, если соль серебра пропитываетъ органическое вещество, каковымъ является въ данномъ случаѣ желатинъ. При продолжительномъ дѣйствіи свѣта бромистое серебро разлагается и выдѣляетъ мелкій серебряный порошокъ чернаго цвѣта; вслѣдствіе этого, пластинка чернѣетъ въ тѣхъ мѣстахъ, на которыя падаютъ лучи свѣта. Обычно пластинку подвергаютъ дѣйствію лучей свѣта, образующихъ изображеніе, только на весьма короткое время, такъ что бромистое серебро не успѣваетъ разложиться, а только приходитъ въ такое неустойчивое состояніе, что затѣмъ очень легко разлагается подъ дѣйствіемъ нѣкоторыхъ веществъ (химическихъ реактивовъ), называемыхъ *проявителями*; подъ ихъ вліяніемъ бромистое серебро пластинки разлагается именно въ тѣхъ мѣстахъ, которыя подверглись дѣйствію свѣта. Обычно проявителями являются *гидрохинонъ*, *пирогаллолъ*, *желѣзный купоросъ* и др. Пластинка, вынутая изъ кассеты [4]), опускается въ растворъ одного изъ этихъ веществъ, и подъ его вліяніемъ продолжается и заканчивается разложеніе бромистаго серебра, начатое лучами свѣта на тѣхъ мѣстахъ пластинки, которыя соотвѣтствуютъ освѣщеннымъ частямъ снимаемаго предмета; въ мѣстахъ же, соотвѣтствующихъ тѣнямъ или неосвѣщеннымъ частямъ предметовъ, разложеніе будетъ незначительно или же его и совсѣмъ не будетъ. Вслѣдствіе этого, послѣ проявленія на пластинкѣ выступаетъ изображеніе, въ которомъ *свѣтлыя части предмета будутъ черными* (*отъ выдѣлившагося серебра*), *а темныя—свѣтлыми* (бѣлыми); такое изображеніе называется **негативомъ**.

Это изображеніе очень непрочно, такъ какъ отъ дѣйствія дневного свѣта чернѣютъ и тѣ части пластинки [5]), которыя прежде оставались нетронутыми свѣтомъ и потому бѣлыми. Чтобы избѣжать этого, пластинку послѣ проявленія

---

[1]) Вотъ почему такъ легко снимать при свѣтѣ магнія.

[2]) Изобрѣтена *Дагерромъ* въ 1835 году; съ тѣхъ поръ неоднократно усовершенствовалась. Здѣсь мы вкратцѣ изложимъ сущность современнаго фотографированія.

[3]) При помощи гармоники это стекло можно приближать и удалять отъ объектива съ той цѣлью, чтобы изображеніе предмета было вполнѣ отчетливымъ.

[4]) Конечно, весь процессъ проявленія совершается при красномъ свѣтѣ, такъ какъ его лучи оказываютъ весьма малое химическое дѣйствіе.

[5]) Вѣрнѣй, части бромо-желатиннаго слоя, покрывающаго пластинку.

подвергаютъ **фиксированію** (закрѣпленію), для чего ее погружаютъ въ растворъ *сѣрноватисто-кислаго натра*, который растворяетъ и удаляетъ изъ желатина *неразложившееся* бромистое серебро, оставляя нетронутымъ уже выдѣлившееся въ видѣ чернаго порошка металлическое серебро; такимъ образомъ изъ состава желатиннаго слоя пластинки удаляется элементъ (бромистое серебро), разлагающійся подъ дѣйствіемъ свѣта; поэтому, промывъ послѣ фиксированія пластинку, ее можно сушить уже при дневномъ свѣтѣ. Такъ получается *негативъ*, съ помощью котораго можно получить на бумагѣ **позитивное** изображеніе, т.-е. такое, въ которомъ *распредѣленіе свѣта и тѣни соотвѣтствуетъ дѣйствительности.*

Для полученія позитивнаго изображенія употребляютъ бумагу, покрытую тонкимъ слоемъ *хлористаго серебра*. Такую бумагу подкладываютъ подъ негативъ и выставляютъ, вмѣстѣ съ нимъ, на свѣтъ. Лучи свѣта, проходя сквозь прозрачныя мѣста негатива, разлагаютъ на бумагѣ хлористое серебро, вслѣдствіе чего бумага въ этихъ мѣстахъ чернѣетъ, а подъ черными мѣстами негатива, не пропускающими лучей свѣта, бумага остается бѣлой; такимъ образомъ на бумагѣ получается отпечатаннымъ позитивное изображеніе. Послѣ этого бумагу погружаютъ въ растворъ *сѣрновато-кислаго натрія* (т.-е. *фиксируютъ* позитивное изображеніе, какъ это дѣлали и съ негативомъ), промываютъ въ водѣ и высушиваютъ.

290. Флюоресценція и фосфоресценція.

Нѣкоторыя вещества подъ вліяніемъ падающихъ на нихъ фіолетовыхъ и ультрафіолетовыхъ лучей спектра (т.-е. подъ вліяніемъ лучей наибольшей преломляемости) начинаютъ свѣтиться, при чемъ каждое вещество свѣтится свѣтомъ особаго цвѣта,—это явленіе и называется **флюоресценціей**. Особенно сильно флюоресцируютъ слѣдующія вещества: *плавиковый шпатъ*—свѣтится голубымъ свѣтомъ, *урановое* [1]) *стекло*—свѣтится зеленымъ свѣтомъ, растворъ *хлорофила*—краснымъ свѣтомъ, растворъ *сѣрно-кислаго хинина*—свѣтло-голубымъ и нѣкотор. друг. Уже изъ приведенныхъ примѣровъ ясно, что *всѣ флюоресцирующія тѣла, поглощая лучи наибольшей преломляемости, сами испускаютъ лучи значительно меньшей преломляемости; кромѣ того, описанное свѣченіе этихъ тѣлъ продолжается лишь до тѣхъ поръ, пока тѣло находится подъ дѣйствіемъ падающихъ на него лучей.*

Но есть тѣла, *свѣченіе которыхъ продолжается еще долгое время и по прекращеніи освѣщенія;* это свойство тѣлъ свѣтиться въ темнотѣ послѣ того, какъ на нихъ падалъ солнечный свѣтъ, называется **фосфоресценціей**. Фосфоресценція можетъ быть вызвана не только дѣйствіемъ солнечныхъ лучей, но и другими причинами: такъ, она вызывается *химическими процессами*—свѣченіе фосфора и гнилого дерева; *механическими дѣйствіями*—свѣченіе сахара, мѣла и др. при ударѣ, раскалываніи; наконецъ, *нагрѣваніемъ*—алмазъ, мѣлъ и др. свѣтятся въ темнотѣ, будучи нагрѣты до температуры, далеко не достигающей температуры каленія этихъ тѣлъ. Продолжительность фосфоресценціи (свѣченія) различна у разныхъ тѣлъ [2]). Опытъ показываетъ, что *фосфоресценцію способны возбуждать, главнымъ образомъ, наиболѣе преломляемые лучи*, т.-е. фіолетовые и ультрафіолетовые, и что *лучи, испускаемые фосфоресцирующимъ тѣломъ, имѣютъ значительно меньшую прямолинейность*, чѣмъ тѣ, которыми это тѣло предварительно освѣщалось.

---

[1]) Желто-зеленаго цвѣта.

[2]) Свѣченіе однихъ тѣлъ продолжается нѣсколько часовъ, другихъ—нѣсколько секундъ; къ сильно фосфоресцирующимъ веществамъ относятся сѣрнистыя соединенія кальція, барія и стронція.

VI. Глазъ и зрѣніе.

291. Строеніе глаза.

Глазъ человѣка, находясь въ костистой впадинѣ, представляетъ собой мягкое шаровидное тѣло, называемое *глазнымъ яблокомъ*. Наружный покровъ глазного яблока (рис. 495) состоитъ изъ трехъ облегающихъ другъ друга оболочекъ: a) наружная, называемая **склеротикой**, является твердой бѣлой непрозрачной кожицей; передняя ея часть, болѣе выпуклая и прозрачная, называется **роговой оболочкой**; b) средняя, **сосудистая оболочка** содержитъ множество кровяныхъ сосудовъ и служитъ для миганія глаза; передняя часть этой оболочки, лежащая позади роговой, называется **радужной оболочкой** и бываетъ разнаго цвѣта, отчего и различаютъ глаза голубые, сѣрые, черные и др.; въ срединѣ радужной оболочки находится круглое отверстіе, называемое **зрачкомъ** и могущее сжиматься и расширяться; c) внутренняя, **сѣтчатая оболочка** представляетъ развѣтвленіе нервныхъ волоконъ **оптическаго (зрительнаго) нерва**, идущаго отъ глаза къ головному мозгу. За зрачкомъ лежитъ упругое, прозрачное двояковыпуклое тѣло, называемое *хрусталикомъ*; задняя

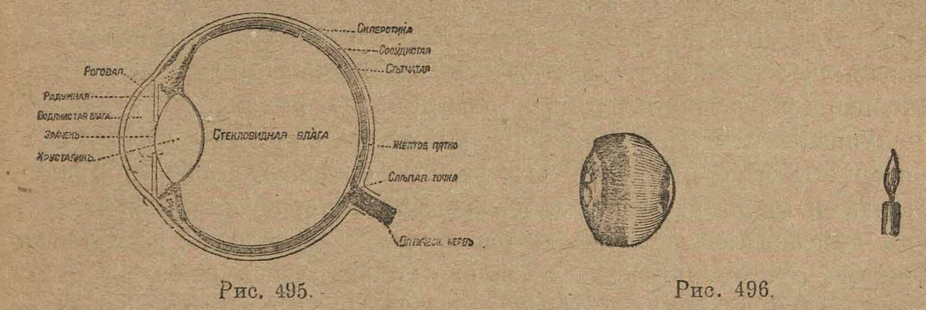


Рис. 495.

Рис. 496.

поверхность его болѣе выпукла, чѣмъ передняя; онъ прикрѣпленъ къ внутренней части сосудистой оболочки и дѣлитъ внутреннюю полость глаза на двѣ неравныя части: между роговой оболочкой и хрусталикомъ находится прозрачная **водянистая влага**; между хрусталикомъ и сѣтчаткой находится прозрачное студенистое вещество, называемое **стекловидной влагой**. Такимъ образомъ, глазъ состоитъ изъ трехъ прозрачныхъ срединъ, имѣющихъ разные показатели преломленія [1]); наибольшій показатель у хрусталика, наименьшій—у водянистой влаги.

292. Зрѣніе; чувствительность сѣтчатой оболочки.

Хрусталикъ представляетъ собой двояковыпуклое стекло, главный фокусъ котораго помѣщается на сѣтчатой оболочкѣ. Поэтому лучи, идущіе отъ какого-нибудь предмета, проходя черезъ

[1]) Показатель преломленія водянистой влаги = 1,342, хрусталика—1,454 и стекловидной влаги—1,34.

хрусталикъ, должны дать на сѣтчаткѣ *дѣйствительное, обратное* и *уменьшенное* изображеніе этого предмета. Такое заключеніе вполнѣ подтверждается слѣдующимъ опытомъ: если вынуть глазъ только что убитаго животнаго, очистить заднюю сторону склеротики, чтобы она стала полупрозрачной, и помѣстить передъ этимъ глазомъ свѣчу (рис. 496), то на задней поверхности глаза получится обратное и уменьшенное изображеніе свѣчи. Изъ всего этого слѣдуетъ заключить, что внутри глаза есть точка, черезъ которую лучи проходятъ безъ преломленія; эта точка назыв. *оптическимъ центромъ глаза* [1]); прямая, проведенная черезъ нее и середину хрусталика, называется *оптическою осью глаза*.

Таково устройство нашего зрительнаго аппарата; зная его, процессъ зрѣнія можно представить въ слѣдующихъ общихъ чертахъ.

Свѣтящійся или освѣщенный предметъ, на который мы смотримъ, даетъ обратное, дѣйствительное изображеніе на сѣтчатой оболочкѣ; нервныя частицы сѣтчатой оболочки испытываютъ раздраженіе отъ свѣтовыхъ лучей и передаютъ его черезъ зрительный (оптическій) нервъ мозгу, гдѣ это раздраженіе *неизвѣстнымъ для насъ образомъ преобразовывается въ зрительное, свѣтовое впечатлѣніе*.

Также неизвѣстно намъ, какимъ образомъ *обратное* изображеніе, получаемое на сѣтчаткѣ, преобразуется въ нашемъ сознаніи въ *прямое*. Причину этого надо, по всей вѣроятности, искать въ привычкѣ: ребенокъ, получая въ глазѣ изображенія предметовъ, только путемъ длиннаго ряда опытовъ, при помощи мускульныхъ ощущеній и чувства осязанія, убѣждается въ томъ, что всѣ эти предметы находятся внѣ его; вмѣстѣ съ тѣмъ, ребенокъ привыкаетъ и къ тому, что точка, изображеніе которой находится вверху, въ дѣйствительности находится внизу, и наоборотъ; полученная такимъ путемъ привычка настолько сильна, что если бы мы получили какимъ-нибудь образомъ прямое изображеніе, то предметъ представился бы намъ въ обратномъ видѣ [2]).

Чувствительность сѣтчатой оболочки къ свѣтовымъ раздраженіямъ не всюду одинакова; наиболѣе чувствительное мѣсто лежитъ по серединѣ сѣтчатки (противъ хрусталика) и называется **желтымъ пятномъ** [3]). Съ другой стороны, мѣсто сѣтчатки, изъ котораго выходитъ зрительный нервъ, совсѣмъ нечувствительно къ свѣту и называется **слѣпой точкой**. Зрительный нервъ передаетъ

---

[1]) Принимаютъ, что оптическій центръ глаза лежитъ за хрусталикомъ вблизи его задней поверхности.

[2]) Въ этомъ насъ убѣждаетъ такой опытъ: если, обратившись къ свѣту, держать булавку у самаго глаза и тотчасъ за нею помѣстить картонъ съ маленькимъ отверстіемъ, то свѣтъ, идущій изъ этого отверстія въ глазъ, отброситъ на сѣтчатку прямую и увеличенную тѣнь булавки; мы же будемъ видѣть силуэтъ булавки въ обратномъ видѣ; такова сила привычки нашего сознанія переворачивать изображенія, получаемыя на сѣтчаткѣ.

[3]) Поэтому, разсматривая какой-либо предметъ, мы стараемся всегда расположить его такъ, чтобы его изображеніе приходилось на серединѣ сѣтчатки.

только свѣтовыя впечатлѣнія, и потому всякое, даже механическое, его раздраженіе вызываетъ въ нашемъ сознаніи ощущеніе свѣта; такъ, при ударѣ въ глазъ изъ него „сыплются искры“.

293. Аккомодація; близорукость и дальнозоркость.

Ясно видѣть предметъ можно лишь въ томъ случаѣ, если его изображеніе находится на самой сѣтчаткѣ. Мы знаемъ, что разстояніе изображенія (предмета) отъ чечевицы зависитъ отъ разстоянія самаго предмета отъ нея; а такъ какъ глазъ видитъ массу предметовъ, и они находятся въ самыхъ различныхъ разстояніяхъ отъ хрусталика (т.-е. отъ чечевицы), то казалось бы, что мы можемъ *ясно* видѣть только тѣ изъ всѣхъ предметовъ, которые находятся на вполнѣ опредѣленномъ разстояніи отъ глаза, и именно на такомъ разстояніи, при которомъ изображеніе ихъ попадаетъ прямо на сѣтчатку.

Въ дѣйствительности, глазъ видитъ вполнѣ ясно предметы, находящіеся въ самыхъ различныхъ отъ него разстояніяхъ. Чѣмъ это объясняется? Тѣмъ, что, благодаря особому устройству глаза, онъ *обладаетъ способностью приспособляться къ разстоянію;* эта способность называется **аккомодаціей**. Сущность аккомодаціи заключается въ томъ, что *мы по произволу можемъ измѣнять кривизну хрусталика и тѣмъ увеличивать или уменьшать преломленіе проходящихъ черезъ него лучей.* Пусть мы ясно видимъ какой-нибудь предметъ „A“ (рис. 497); значитъ, его изображеніе падаетъ въ точкѣ „*a*“ какъ разъ на сѣтчатку. Если мы приблизимъ предметъ „A“ къ глазу въ положеніе A′, то изображеніе [1]) должно отодвинуться за сѣтчатку въ *a*′, и потому предметъ долженъ быть виденъ неясно; но, приближая предметъ къ глазу, мы одновременно помощью мускуловъ, окружающихъ хрусталикъ, сжимаемъ его и тѣмъ дѣлаемъ значительно болѣе выпуклымъ: тогда онъ сильнѣй преломляетъ проходящіе черезъ него лучи отъ предмета „A′“, вслѣдствіе чего изображеніе предмета „A′“ приближается къ хрусталику и вновь попадаетъ въ „*a*“ какъ разъ на сѣтчатку. Если, наоборотъ, предметъ „A“ будетъ отодвинутъ отъ глаза въ положеніе „A″“, то его изображеніе упадетъ ближе къ хрусталику въ „*a*″“, а не на сѣтчатку; чтобы избавиться отъ вызываемой этимъ неясности, мы помощью соотвѣтствующихъ мускуловъ растягиваемъ хрусталикъ, дѣлаемъ его площе и тѣмъ уменьшаемъ преломленіе лучей, проходящихъ черезъ него; вслѣдствіе этого изображеніе отодвигается отъ хрусталика и попадаетъ опять на сѣтчатку. Итакъ, глазъ приспособляется къ разстоянію путемъ измѣненія кривизны хрусталика: чѣмъ дальше предметъ, тѣмъ

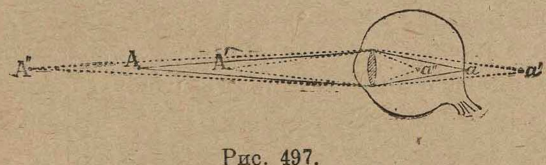


Рис. 497.

[1]) По извѣстному намъ закону (см. § 272).

хрусталикъ долженъ быть площе, и, наоборотъ, чѣмъ ближе предметъ, тѣмъ хрусталикъ долженъ быть выпуклѣе.

Однако, вполнѣ понятно, что способность хрусталика измѣнять свою кривизну имѣетъ границы, значитъ, и способность глаза къ аккомодаціи не безгранична; дѣйствительно, *для каждаго глаза существуетъ опредѣленное разстояніе, ближе котораго нельзя придвинуть предметъ, чтобы изображеніе его оставалось яснымъ.* **Нормальный глазъ** устроенъ такъ, что изображенія всѣхъ далекихъ предметовъ безъ всякой аккомодаціи попадаютъ какъ разъ на сѣтчатку [1]); при приближеніи предмета хрусталикъ дѣлается выпуклѣе и достигаетъ наибольшей возможной для него выпуклости, когда предметъ приблизится къ нему на разстояніе **15 см.** [2]) отъ него; при дальнѣйшемъ приближеніи предмета нормальный глазъ оказывается неспособнымъ приспособиться; изображеніе уходитъ за сѣтчатку и становится неяснымъ.

Но нѣкоторые люди, называемые **близорукими**, имѣютъ настолько выпуклый хрусталикъ, что они могутъ ясно видѣть на такомъ маломъ разстояніи (напр., на 7 см.), на какомъ не можетъ видѣть нормальный глазъ; далекіе же предметы рисуются у нихъ передъ сѣтчаткой, и потому, чтобы ясно ихъ видѣть, такіе люди должны носить *очки изъ вогнутыхъ стеколъ*, уменьшающихъ слишкомъ большую преломляющую силу хрусталика. Напротивъ, у другихъ людей [3]) хрусталикъ преломляетъ очень слабо, такъ что у нихъ разстояніе яснаго зрѣнія больше 15 см.; они хорошо видятъ дальніе предметы и потому называются **дальнозоркими**; для того же, чтобы ясно видѣть близкіе предметы, эти люди должны носить *очки съ выпуклыми стеклами*, усиливающими слишкомъ слабую преломляющую силу хрусталика.

294. Подробность зрѣнія; разстояніе наилучшаго зрѣнія.

Наши органы чувствъ иногда воспринимаютъ два различныхъ внѣшнихъ раздраженія, какъ одно ощущеніе; такъ, если коснуться нашей кожи остріями циркуля, ножки котораго очень мало раздвинуты, то мы почувствуемъ *одинъ* уколъ, а не два, какъ бы слѣдовало. Это объясняется тѣмъ, что *нашими органами чувствъ впечатлѣнія ощущаются раздѣльно*, не смѣшиваясь между собою, *только тогда, когда воспринимающія раздраженіе нервныя части находятся не слишкомъ близко другъ отъ друга.* Примѣнимъ приведенное разсужденіе къ зрѣнію. Пусть въ глазѣ на сѣтчаткѣ получилось изображеніе „mn“ (рис. 498) предмета „MN“; уголъ MON между линіями, идущими отъ оптическаго центра къ краямъ предмета, называется *угломъ зрѣнія*; если *предметъ „MN“ приблизится* къ глазу въ положеніе M^1N^1, то *уголъ зрѣнія увеличится*, и на сѣтчаткѣ глаза *увеличится изображеніе* пред-

[1]) Очевидно, потому, что главный фокусъ хрусталика находится какъ разъ у сѣтчатки.

[2]) Это разстояніе называется *разстояніемъ яснаго зрѣнія.*

[3]) По преимуществу у стариковъ.

мета m^1n^1. Если на сѣтчаткѣ фокусы (изображенія) двухъ разныхъ точекъ предмета лежатъ очень близко другъ отъ друга, то оба впечатлѣнія, согласно сказанному выше, смѣшиваются и воспринимаются, какъ одно; при приближеніи предмета къ глазу его изображеніе на сѣтчаткѣ, какъ только что установлено, увеличивается; слѣдовательно, изображенія разныхъ его точекъ раздвигаются и потому ощущаются отдѣльно; значитъ, количество деталей замѣчается глазомъ тѣмъ болѣе, чѣмъ предметъ ближе къ глазу. Но увеличеніе такимъ путемъ ¹) *подробности зрѣнія* идетъ только до тѣхъ поръ, пока глазъ не достигъ предѣла аккомодаціи, т.-е. до тѣхъ поръ, пока предметъ не приблизится къ глазу (нормальному) на разстояніе 15 см. Но, приспособляясь къ малымъ разстояніямъ,

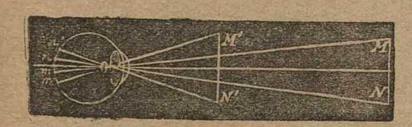


Рис. 498.

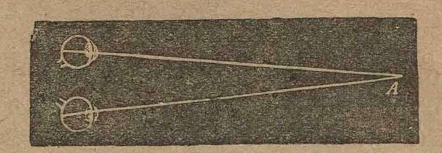


Рис. 499.

глазъ испытываетъ непріятное напряженіе; поэтому, обычно, разсматривая предметъ, чтобы избѣжать излишняго напряженія, мы держимъ его на нѣсколько большемъ разстояніи, равномъ для нормальнаго глаза приблизительно 25 см.; это разстояніе называется **разстояніемъ наилучшаго зрѣнія**, такъ какъ при немъ предметъ разсматривается, хотя и не съ наибольшей подробностью, но зато съ наименьшимъ напряженіемъ.

295. Зрѣніе обоими глазами; стереоскопъ.

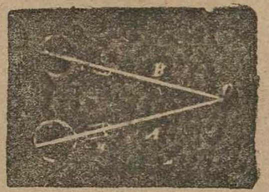
Въ каждомъ глазѣ получается отдѣльное изображеніе предмета; однако, мы видимъ каждый предметъ не вдвойнѣ. Очевидно, смотря на какой-либо предметъ „A" (рис. 499), мы заставляемъ оптическія оси обоихъ глазъ пересѣкаться на немъ, вслѣдствіе чего оба изображенія получаются *на соотвѣтственныхъ мѣстахъ сѣтчатки, т.-е. одинаково удаленныхъ вправо или влѣво отъ каждой оси*; повседневный же опытъ еще нашей младенческой жизни заставляетъ наше сознаніе привыкнуть видѣть *одинъ* предметъ, когда два изображенія его являются на соотвѣтственныхъ мѣстахъ сѣтчатой оболочки. Въ правильности сказаннаго легко убѣдиться, если нажать пальцемъ на одинъ глазъ и тѣмъ вывести его оптическую ось изъ надлежащаго положенія ²); тогда мы увидимъ вмѣсто одного предмета два, такъ какъ два изображенія одного предмета будутъ лежать не на *соотвѣтственныхъ* мѣстахъ сѣтчатокъ. Далѣе, если мы черезъ двѣ тру-

---

¹) Т.-е. путемъ приближенія предмета къ глазу.

²) Т.-е. такого, чтобы она пересѣкалась съ оптической осью другого глаза какъ разъ на разсматриваемомъ предметѣ (рис. 499).

бочки „m“ и „n“ (рис. 500 и 501) обоими глазами будемъ смотрѣть на два совершенно одинаковыхъ[1]) предмета „A“ и „B“, то на пересѣченіи оптическихъ осей обоихъ глазъ въ точкѣ „O“ мы увидимъ одинъ предметъ; при этомъ, если трубки находятся въ положеніи, данномъ на рис. 500, то мы увидимъ предметъ „O“ на раз-



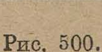


Рис. 500.

Рис. 501.

стояніи большемъ, чѣмъ разстояніе отъ глазъ A и B; если же трубки находятся въ положеніи, данномъ на рис. 501, то видимый предметъ „O“ будетъ къ глазу ближе дѣйствительныхъ предметовъ A и B. Такимъ образомъ, изъ приведенныхъ опытовъ мы видимъ, что *одновременныя впечатлѣнія, получаемыя въ соотвѣтственныхъ мѣстахъ сѣтчатки каждаго глаза, сливаются въ нашемъ сознаніи въ одно общее впечатлѣніе*, несмотря даже на то, что эти впечатлѣнія создаются двумя различными предметами; и это вполнѣ объясняется выработанной нами съ дѣтства привычкой относить одновременныя впечатлѣнія, получаемыя соотвѣтственными частями сѣтчатокъ каждаго глаза, къ одному предмету.

Изображенія предмета въ каждомъ глазѣ неодинаковы; они отличаются относительнымъ расположеніемъ линій и тѣней, такъ какъ оба глаза видятъ предметъ съ разныхъ сторонъ. Рис. 502 наглядно показываетъ, какія изображенія игральной кости получаются на сѣтчаткѣ обоихъ глазъ. Англійскій физикъ *Уитстонъ*, исходя изъ того, что изображенія предмета различны въ обоихъ глазахъ, сдѣлалъ слѣдующее предположеніе: если приготовить два такихъ рисунка, чтобы одинъ представлялъ изображеніе предмета въ правомъ глазѣ, а другой—изображеніе того же предмета въ лѣвомъ глазѣ, и устроить такъ, чтобы каждый глазъ видѣлъ только одинъ соотвѣтствующій ему рисунокъ, то на пересѣченіи оптическихъ осей (подобно опыту съ трубками) мы будемъ видѣть *одинъ* предметъ и притомъ не рисунокъ его, а *рельефный* предметъ. Справедливость этого предположенія была доказана помощью прибора, называемаго **стереоскопомъ** (рис. 503—его общій видъ). Онъ состоитъ изъ ящика (рис. 504), на дно котораго можно вкладывать картонъ съ наклеенными на немъ рядомъ двумя картинками, изъ которыхъ одна представляетъ изображеніе предмета въ правомъ глазѣ,

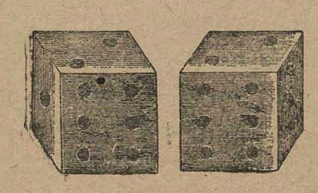


Рис. 502.

[1]) И одинаково расположенныхъ по отношенію къ трубкамъ «m» и «n».

а другая—въ лѣвомъ; въ верхней части ящика, въ трубкахъ [1]) укрѣплены половины двояковыпуклыхъ чечевицъ, обращенныя острыми краями другъ къ другу. Лучи свѣта, идущіе отъ соотвѣтственныхъ точекъ *a* и *a'* картинокъ, вслѣдствіе преломленія въ

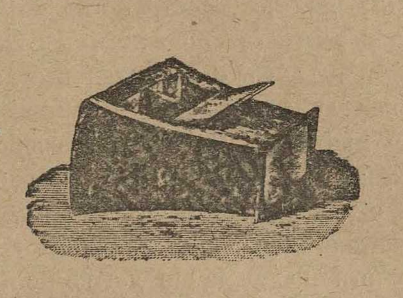


Рис. 503.

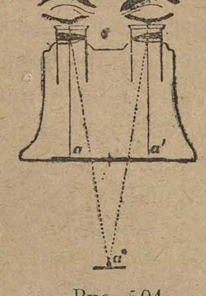


Рис. 504.

стеклахъ, вступаютъ въ глазъ нѣсколько расходящимися и кажутся исходящими изъ одной общей точки „*a*"“; разстояніе точки „*a*"“ отъ глаза зависитъ отъ расположенія сходственныхъ точекъ на картинкахъ; поэтому разныя точки изображаемаго предмета представляются въ различномъ удаленіи отъ глаза, вслѣдствіе чего мы видимъ уже предметъ во всей его рельефности, какъ если бы мы видѣли его непосредственно, а не его изображеніе (картину); иллюзія настолько велика, что отъ нея можно избавиться, только прикрывъ одинъ глазъ; тогда мы увидимъ только картину, а не рельефный предметъ.

296. Сохраняемость свѣтового впечатлѣнія.

Выше мы уже говорили (см. § 278) о томъ, что *глазъ обладаетъ способностью сохранять полученное имъ свѣтовое впечатлѣніе въ теченіе приблизительно $^1/_7$ секунды*; эта способность совершенно не зависитъ отъ длительности свѣтового впечатлѣнія, и, какъ бы кратковременно оно ни было, глазъ все же его сохраняетъ. Поэтому, при быстромъ движеніи раскаленнаго угля мы видимъ непрерывную свѣтлую полосу; спицы быстро вращающагося колеса сливаются въ сплошной кругъ, такъ какъ впечатлѣніе отъ каждаго положенія спицъ сохраняется нѣкоторое время. На разсматриваемомъ свойствѣ глаза основано устройство **страбоскопа** (рис. 505). Онъ представляетъ собой невысокій картонный цилиндръ „A“, вращающійся вокругъ вертикальной оси; въ немъ сдѣланъ рядъ щелей *a*, *a*, *a*...; въ цилиндръ вставляется бумажная лента съ рисунками какого-либо движущагося предмета въ разныхъ положеніяхъ его движенія; такъ, на ри-

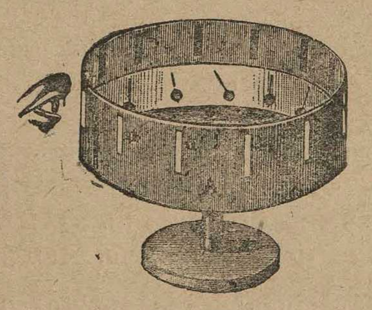


Рис. 505.

[1]) Ихъ можно вдвигать и выдвигать, приближая и удаляя отъ картинокъ тѣмъ приспособляя къ зрѣнію каждаго смотрящаго.

сункѣ 505 дано изображеніе различныхъ положеній качающагося маятника. Вращая цилиндръ, смотрятъ въ него черезъ щели *a*, *a*, *a*...; впечатлѣніе, произведенное однимъ рисункомъ, когда глазъ находится противъ щели, будетъ сохраняться все то время, пока предъ глазомъ движется пространство между сосѣдними щелями, и замѣняется новымъ (изображающимъ слѣдующую фазу движенія), когда передъ глазомъ становится вторая щель, и т. д., вслѣдствіе чего наблюдатель будетъ видѣть *движеніе* предмета, въ данномъ случаѣ—качаніе маятника. На томъ же свойствѣ основано устройство **синематографа**; этотъ приборъ помощью волшебнаго фонаря [1]) проектируетъ на экранѣ рядъ *быстро слѣдующихъ другъ за другомъ* изображеній послѣдовательныхъ фазъ движенія какого-либо предмета; сливаясь воедино, эти изображенія даютъ полную иллюзію движенія предмета.

VII. Оптическіе приборы.

297. Простой микроскопъ (лупа).

Когда предметъ очень малъ или очень далекъ отъ глаза, то для того, чтобы, какъ слѣдуетъ (детально), разсмотрѣть его, приходится прибѣгать къ помощи различныхъ, такъ называемыхъ оптическихъ приборовъ: для разсматриванія очень маленькихъ предметовъ пользуются *микроскопами*, а для разсматриванія удаленныхъ предметовъ—*зрительными трубами*, или *телескопами*.

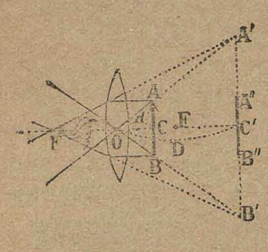


Рис. 506.

Простымъ микроскопомъ (*лупою*) является *двояковыпуклое стекло*. Разсматриваемый предметъ „AB“ (рис. 506) помѣщается между главнымъ фокусомъ и чечевицей, такъ что глазъ видитъ его *мнимое*, *прямое* и *увеличенное* изображеніе A'B'. Для того, чтобы это изображеніе было наиболѣе подробно и ясно, необходимо, чтобы оно находилось отъ глаза на разстояніи наилучшаго зрѣнія, т.-е. на разстояніи 25 см.; достигнуть этого нетрудно: достаточно, смотря въ лупу, измѣнять ея разстояніе отъ предмета до тѣхъ поръ, пока изображеніе будетъ имѣть надлежащую ясность.

Увеличеніемъ (линейнымъ) лупы называется отношеніе величины изображенія къ дѣйствительной величинѣ предмета. Изъ чертежа (рис. 506) ясно, что увеличеніемъ лупы будетъ отношеніе $\frac{A'B'}{AB}$; изъ подобія треугольниковъ $\triangle A'OB'$ и $\triangle AOB$ заключаемъ, что

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OC'}{OC} = \frac{D}{d}.$$

Намъ извѣстна далѣе формула: $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$; для даннаго

[1]) Съ нимъ мы познакомимся ниже, въ § 303-емъ.

случая „f“—разстояніе изображенія отъ чечевицы—нами обозначено черезъ D, и притомъ, такъ какъ оно мнимое, надо считать, что $f = -D$; подставивъ въ приведенную формулу, вмѣсто „f“, его значеніе, получимъ

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{D} = \frac{1}{F},$$

откуда

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} + \frac{1}{D}.$$

Умножая обѣ части на „D“, получимъ

$$\frac{D}{d} = \frac{D}{F} + 1.$$

Такъ какъ глазъ помѣщается весьма близко отъ стекла, то разстояніе „D“ можно безъ большой ошибки считать равнымъ разстоянію наилучшаго зрѣнія. Поэтому полученная формула $\left(\frac{D}{d} = \frac{D}{F} + 1\right)$ читается такъ: *увеличеніе лупы равно отношенію разстоянія наилучшаго зрѣнія къ главному фокусному разстоянію лупы, увеличенному на 1 (единицу).* Если „F“—главное фокусное разстояніе—очень мало, то величина $\frac{D}{F}$ настолько велика по сравненію съ единицей, что послѣдней безъ большой погрѣшности можно пренебречь и считать, что увеличеніе такой лупы равно прямо отношенію $\frac{D}{F}$.

298. Сложный микроскопъ.

Сложный микроскопъ состоитъ изъ двухъ двояковыпуклыхъ чечевицъ O и O′ (рис. 507); онѣ укрѣплены въ концахъ трубы B (рис. 508 — общій видъ сложнаго микроскопа), такъ что ихъ оптическія оси сливаются и даютъ общую ось микроскопа. Стекло O′, обращенное къ глазу наблюдателя, называется окуляромъ; стекло O, обращенное къ разсматриваемому предмету, называется объективомъ. Трубу „B“, заключенную въ оправу „C“, можно передвигать вверхъ и внизъ помощью винта „v“ и тѣмъ приближать или удалять отъ разсматриваемаго предмета, который кладутъ на столикъ P; въ столикѣ сдѣланъ просвѣтъ, на который изъ-подъ столика помощью вогнутаго зеркала направляютъ свѣтъ; для той же цѣли—

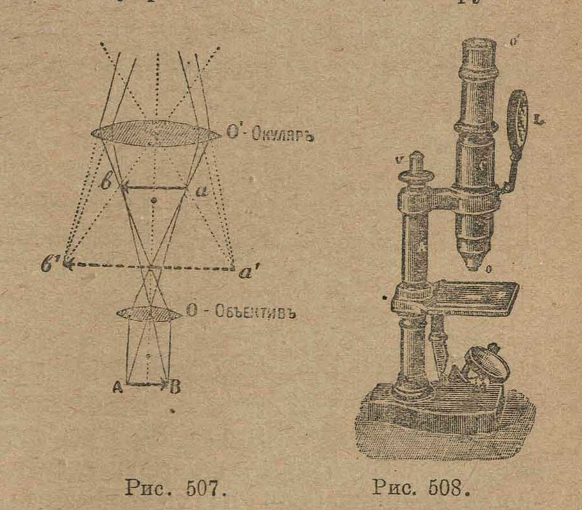


Рис. 507. Рис. 508.

усиленія освѣщенія предмета—служитъ и стекло „L“. Какъ объективъ, такъ и окуляръ дѣлаютъ апланатическимъ и ахроматическимъ, дабы по возможности уничтожить всякую аберрацію. Ходъ лучей и причина огромнаго увеличенія предмета, разсматриваемаго въ сложный микроскопъ, указаны на чертежѣ (рис. 507). Разсматриваемый предметъ „АВ“ помѣщается передъ объективомъ на разстояніи, большемъ главнаго фокуснаго разстоянія; вслѣдствіе этого, по другую сторону объектива, за его двойнымъ фокуснымъ разстояніемъ, получается *дѣйствительное*, *обратное* и *увеличенное* изображеніе „*ba*“; это увеличенное изображеніе и разсматривается *окуляромъ*, который располагается такъ, что изображеніе „*ba*“ приходится между нимъ и его главнымъ фокусомъ; вслѣдствіе этого, глазъ видитъ въ окуляръ *мнимое* и *увеличенное* изображеніе „*b′a′*“. Такимъ образомъ, сначала объективъ увеличиваетъ предметъ, положимъ, въ „m“ разъ, а затѣмъ окуляръ полученное изображеніе увеличиваетъ еще, положимъ, въ „n“ разъ; слѣдовательно, глазъ видитъ изображеніе предмета въ „m.n“ разъ большее, чѣмъ самъ разсматриваемый предметъ. Такъ, если объективъ увеличиваетъ въ 25 разъ, а окуляръ въ 15 разъ, то сложный микроскопъ увеличиваетъ въ $25 \times 15 = 375$ разъ; въ хорошихъ микроскопахъ линейное увеличеніе доходитъ до 1500 разъ. Итакъ, сложный микроскопъ даетъ хотя и *обратныя* изображенія, но зато съ громаднымъ увеличеніемъ противъ дѣйствительныхъ размѣровъ разсматриваемаго предмета. О большомъ примѣненіи микроскопа въ медицинѣ, химіи, біологіи, технологіи и многихъ др. наукахъ и потому о громадномъ его значеніи говорить не приходится, настолько оно общеизвѣстно и понятно.

299. Астрономическая труба.

Выше мы уже говорили, что для разсматриванія значительно удаленныхъ отъ насъ предметовъ, напр., свѣтилъ, пользуются оптическими приборами, называемыми *телескопами*. Телескопы дѣлятся на: а) *діоптрическіе*, или *рефракторы*, основанные на преломленіи свѣта и потому состоящіе только изъ чечевицъ, и b) *катоптрическіе*, или *рефлекторы*, состоящіе изъ соединенія чечевицъ и зеркалъ, такъ какъ въ нихъ пользуются и отраженіемъ свѣта.

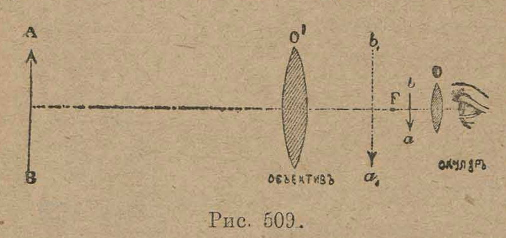


Рис. 509.

Разсматриваемая *астрономическая труба Кеплера* [1]) относится къ рефракторамъ. Астрономическая труба Кеплера, какъ и микроскопъ, состоитъ изъ двухъ чечевицъ: окуляра „О“ (рис. 509) и объектива О′; только, въ отличіе отъ микроскопа, въ астрономической трубѣ обратно—окуляръ дѣлается небольшимъ, а объективъ—

[1]) Изобрѣтена имъ въ 1611 году.

большимъ [1]). Разсматриваемый предметъ AB (обычно какое-нибудь небесное свѣтило) находится на такомъ далекомъ разстоянiи отъ объектива, что онъ даетъ близъ главнаго фокуса „F“ *дѣйствительное, обратное и сильно уменьшенное* изображенiе „*ab*“; это изображенiе разсматривается окуляромъ, расположеннымъ такъ, что изображенiе „*ab*“ разсматриваемаго свѣтила попадаетъ между нимъ и его главнымъ фокусомъ, вслѣдствiе чего глазъ видитъ въ окуляръ *мнимое* и *увеличенное* изображенiе a_1b_1 перваго уменьшеннаго изображенiя. Объективъ укрѣпляется въ концѣ широкой трубы „A“ (рис. 510), укрѣпленной на треножникѣ такъ, что ее можно поворачивать во всѣ стороны и наводить на любой предметъ; окуляръ же вставляется въ узкую короткую трубку „B“, которая можетъ выдвигаться и вдвигаться въ трубу „A“; таково въ общихъ чертахъ устройство трубы Кеплера. Подробный ходъ лучей данъ на

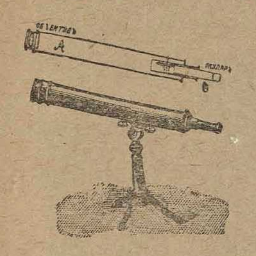


Рис. 510.

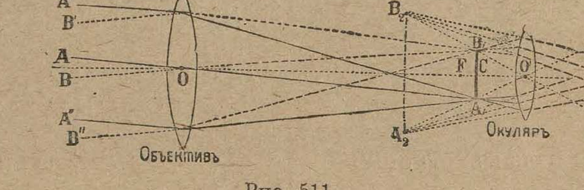


Рис. 511.

рисункѣ 511-омъ: пусть оптическая ось OO′ астрономической трубы обращена къ разсматриваемому свѣтилу; лучи свѣта A′, A, A″, идущiе почти параллельно отъ верхняго края свѣтила, преломляясь въ объективѣ, сходятся въ одной точкѣ A_1; точно также лучи B′, B, B″ отъ нижняго края свѣтила послѣ преломленiя въ объективѣ пересѣкаются въ точкѣ B_1; такимъ образомъ получается *дѣйствительное, обратное и сильно уменьшенное изображенiе* A_1B_1 разсматриваемаго свѣтила, находящееся почти въ главномъ фокусѣ объектива. Это изображенiе приходится между окуляромъ и его главнымъ фокусомъ, вслѣдствiе чего лучи по выходѣ изъ окуляра дѣлаются расходящимися и производятъ *мнимое и увеличенное* изображенiе A_2B_2, прямое съ A_1B_1 и, слѣдовательно, *обратное* съ разсматриваемымъ предметомъ [2]), что, конечно, въ отношенiи небесныхъ свѣтилъ не составляетъ большого неудобства.

Увеличенiемъ астрономической трубы называется *отношенiе между угломъ зрѣнiя, подъ которымъ мы видимъ изображенiе предмета въ трубѣ, и угломъ зрѣнiя, подъ которымъ видимъ тотъ же предметъ непосредственно.*

Уголъ зрѣнiя, подъ которымъ мы видимъ предметъ въ телескопѣ, суть уголъ $B_2O'A_2$; уголъ же зрѣнiя, подъ которымъ мы видимъ тотъ же предметъ невооруженнымъ глазомъ, очевидно,

[1]) Чтобы собрать какъ можно больше свѣта внутрь трубы.

[2]) Этимъ и объясняется назначенiе трубы Кеплера для разсматриванiя свѣтилъ, такъ какъ земные предметы неудобно разсматривать въ перевернутомъ видѣ.

равенъ углу BOA; слѣдовательно, увеличенiе телескопа равно отношенiю перваго угла ко второму, т.-е.

$$\text{увеличенiе} = \frac{\angle B_2 O' A_2}{\angle B O A}.$$

Но такъ какъ $\angle B_2 O' A_2 = \angle B_1 O' A_1$, а $\angle BOA = \angle B_1 O A_1$, то

$$\text{увеличенiе} = \frac{\angle B_1 O' A_1}{\angle B_1 O A_1} = \frac{1/2 \angle B_1 O' A_1}{1/2 \angle B_1 O A_1} = \frac{\angle B_1 O' C}{\angle B_1 O C}.$$

Углы $B_1O'C$ и B_1OC очень малы, и потому ихъ можно считать пропорцiональными своимъ тангенсамъ; тогда

$$\text{увеличенiе} = \frac{\operatorname{Tg} B_1 O' C}{\operatorname{Tg} B_1 O C}.$$

Изъ прямоугольныхъ треугольниковъ $B_1O'C$ и B_1OC имѣемъ, что

$$B_1C = CO' . \operatorname{Tg} B_1O'C, \text{ и } B_1C = OC . \operatorname{Tg} B_1OC,$$

откуда, такъ какъ лѣвыя части полученныхъ равенствъ тождественны, заключаемъ, что и правыя ихъ части равны; значитъ,

$$CO' . \operatorname{Tg} B_1 O' C = OC . \operatorname{Tg} B_1 OC$$

откуда

$$\frac{\operatorname{Tg} B_1 O' C}{\operatorname{Tg} B_1 OC} = \frac{OC}{O'C}.$$

Такъ какъ отношенiе $\frac{\operatorname{Tg} B_1 O' C}{\operatorname{Tg} B_1 OC}$ есть „увеличенiе", то, слѣдовательно,

$$\text{увеличенiе} = \frac{OC}{O'C}.$$

Но OC есть приблизительно главное фокусное разстоянiе объектива (обозначимъ его черезъ F), а O'C есть „f"—фокусное разстоянiе окуляра; слѣдовательно,

$$\textbf{увеличенiе} = \frac{F}{f},$$

т.-е. *увеличенiе астрономической трубы равно главному фокусному разстоянiю объектива, дѣленному на фокусное разстоянiе окуляра.* Ясно, что увеличенiе тѣмъ больше, чѣмъ больше „F" и чѣмъ меньше „f"; вотъ почему объективы дѣлаютъ возможно болѣе длиннофокусными, а окуляры—короткофокусными. Длина всей трубы, очевидно, равна суммѣ фокусныхъ разстоянiй объектива и окуляра и въ хорошихъ телескопахъ достигаетъ 14 и болѣе метровъ [1]).

Пространство, которое видно въ данный телескопъ, называется его *полемъ зрѣнiя;* это пространство, очевидно, тѣмъ менѣе, чѣмъ сильнѣй увеличенiе телескопа. Чтобы можно было точно наводить телескопъ на разсматриваемое свѣтило, въ фокусѣ объектива помѣщается дiафрагма съ натянутыми на ней крестообразно паутинками; ихъ пересѣченiе есть геометрическiй центръ поля зрѣнiя трубы.

[1]) Изъ существующихъ телескоповъ наибольшимъ объективомъ обладаетъ рефракторъ обсерваторiи Лика въ *Калифорнiи* на Монтъ-Гамильтонѣ; его фокусное разстоянiе равно 17 мет.; за нимъ идутъ рефракторы въ *Пулковѣ, Ниццѣ, Вѣнѣ, Вашингтонѣ* и нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ.

300. Земная (подзорная) труба.

Выше мы установили, что астрономическая труба даетъ *обратныя* изображенія разсматриваемыхъ предметовъ; поэтому она неудобна для разсматриванія земныхъ предметовъ. Для этой цѣли употребляется земной телескопъ, или *подзорная труба*, въ которой нѣтъ указаннаго недостатка, такъ какъ въ ней посредствомъ одного, двухъ или трехъ добавочныхъ стеколъ (O, O—рис. 512), помѣщенныхъ въ окулярной трубкѣ, обратное изображеніе, даваемое объективомъ, переворачивается въ прямое. Ходъ лучей въ подобной трубѣ данъ на рис. 513 омъ. Пусть на объективъ «A» падаетъ пучокъ параллельныхъ (благодаря отдаленности разсматриваемаго предмета) лучей «MM» отъ верхняго края разсматриваемаго предмета; фокусъ его будетъ находиться на побочной оси въ точкѣ «m»; фокусъ пучка лучей NN, идущихъ отъ нижняго края предмета, будетъ также находиться на побочной оптической оси въ точкѣ «n»; такимъ образомъ, объективъ дастъ дѣйствительное, уменьшенное и обратное

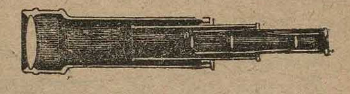


Рис. 512.

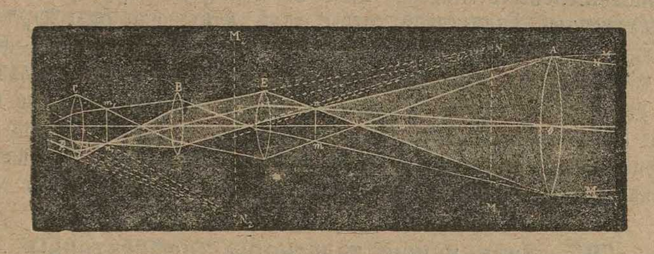


Рис. 513.

изображеніе «nm» предмета. Чечевица «E» располагается такъ, чтобы изображеніе «nm», даваемое объективомъ, находилось какъ разъ въ ея главномъ фокусѣ; вслѣдствіе этого лучи, исходящіе, положимъ, изъ точки «n», пройдя сквозь чечевицу «E», выходятъ изъ нея почти параллельно побочной оси «p» и затѣмъ, преломляясь уже въ слѣдующей чечевицѣ «B», собираются въ точкѣ «n_1», лежащей на побочной оптической оси этой чечевицы; точно также лучи, исходящіе изъ точки «m», послѣ преломленія въ стеклѣ «E», идутъ почти параллельно побочной оси и, преломляясь въ слѣдующемъ стеклѣ «B», собираются въ точкѣ «m_1»; такимъ образомъ, система чечевицъ E и B даетъ второе изображеніе m_1n_1 предмета, обратное по отношенію къ первому изображенію (nm) и, слѣдовательно, прямое по отношенію къ самому разсматриваемому предмету. Это второе *прямое* изображеніе m_1n_1 разсматривается окуляромъ C, расположеннымъ такъ, что изображеніе m_1n_1 попадаетъ между нимъ и его главнымъ фокусомъ, вслѣдствіе чего глазъ видитъ мнимое, прямое и *увеличенное* изображеніе M_2N_2.

Въ подзорной трубѣ предметы освѣщены слабѣй, чѣмъ въ астрономической трубѣ, такъ какъ въ первой больше стеколъ и больше свѣта теряется на отраженіе. Въ подзорной трубѣ, какъ и въ телескопѣ, предметы видны подъ бо̀льшимъ, чѣмъ въ дѣйствительности, угломъ зрѣнія; но знакомые намъ предметы, обычно, не кажутся намъ увеличенными, а только—ближе.

301. Труба Галилея (бинокль).

Труба [1]), названная такъ отъ имени своего изобрѣтателя, состоитъ изъ *двояковыпуклаго объектива* и *двояковогнутаго окуляра* (рис. 514); она даетъ прямое изображеніе разсматриваемыхъ предметовъ. Это достигается слѣдующимъ: пусть

[1]) Изобрѣтена Галилеемъ въ 1609 году, первая по времени изъ всѣхъ зрительныхъ трубъ.

на объективъ «P» падаетъ пучокъ лучей $A'AA''$ отъ нижняго края предмета; послѣ преломленія эти лучи должны сойтись въ фокусѣ—точкѣ A_1; но на ихъ пути (ближе къ объекту, чѣмъ фокусъ) помѣщается разсѣивательная чечевица «Q», такъ что лучи, преломляясь въ ней, отклоняются къ ея краямъ, становятся расходящимися и даютъ мнимый фокусъ въ точкѣ «A_2»; слѣдовательно, глазъ будетъ видѣть мнимое, *прямое* и увеличенное изображеніе «A_2B_2» предмета безъ

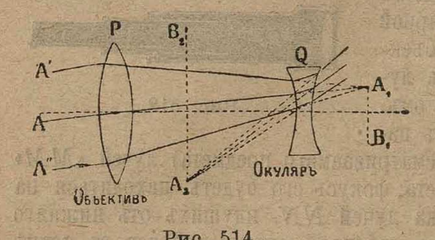


Рис. 514.

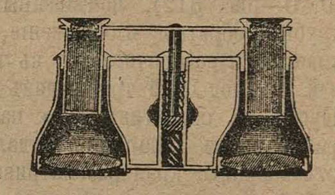


Рис. 515.

помощи дополнительныхъ стеколъ, какъ въ подзорной трубѣ; въ этомъ заключается преимущество Галилеевой трубы, такъ какъ она, благодаря этому, значительно короче подзорной трубы. Но зато она имѣетъ и много недостатковъ, и однимъ изъ главныхъ является тотъ, что съ ея помощью нельзя получить большихъ увеличеній; обычно Галилеевы трубы увеличиваютъ не болѣе, чѣмъ въ 3,4 или 5 разъ. Этой трубою пользуются въ театрахъ; только ее дѣлаютъ двойной (рис. 515), чтобы получить изображеніе для каждаго глаза; въ этомъ видѣ она называется *биноклемъ* [1]).

302. Зеркальные телескопы (рефлекторы).

Рефлекторы, какъ мы уже говорили, представляютъ собою соединеніе зеркалъ и чечевицъ, при чемъ окуляромъ у нихъ всегда является двояковыпуклое стекло, а *объективомъ—вогнутое зеркало*.

Въ **телескопѣ Ньютона** (рис. 516) служащее объективомъ зеркало „P" вставлено въ основаніе широкой и длинной трубы такъ, что его оптическая ось совпадаетъ съ осью трубы; лучи, идущіе отъ разсматриваемаго предмета, отразившись отъ зеркала „P", должны образовать дѣйствительное изображеніе „AB"; но на пути отраженныхъ лучей ставится плоское зеркальце „k" подъ угломъ въ 45^0, и лучи, отразившись отъ этого зеркальца, даютъ изображеніе $A'B'$ около боковой стѣнки трубы; это послѣднее изображеніе и разсматривается въ окуляръ (двояковыпуклая чечевица), вставленный въ боковой прорѣзъ трубы и дающій мнимое и увеличенное изображеніе $A''B''$.

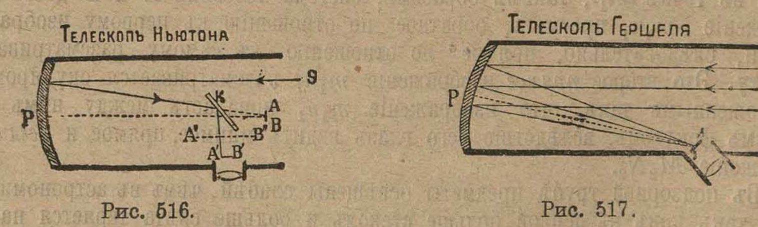


Рис. 516. Рис. 517.

Въ **телескопѣ Гершеля** зеркало „P" (рис. 517) вставлено въ трубу нѣсколько наклонно, и потому изображеніе „AB" получается прямо

[1]) Когда мы смотримъ въ бинокль, то, какъ въ подзорную трубу, видимъ предметы не увеличенными, а приближенными къ намъ; ясно, что подробность зрѣнія при этомъ увеличивается.

около боковой стѣнки, и его удобно разсматривать черезъ окуляръ, какъ это показано на рисункѣ; понятно, что, вслѣдствіе устраненія плоскаго зеркальца, получаемое изображеніе значительно выигрываетъ въ яркости.

Зеркальные телескопы неудобны при употребленіи, такъ какъ имѣютъ настолько большіе размѣры, что требуютъ для своего помѣщенія цѣлаго зданія; но зато они даютъ громадныя увеличенія: въ большихъ телескопахъ увеличеніе достигаетъ до 7000 разъ [1]).

Ньютонъ и *Гершель* дѣлали для своихъ телескоповъ металлическія зеркала; они быстро тускнѣютъ и требуютъ частой и притомъ дорого стоящей полировки. Поэтому *Фуко* предложилъ замѣнить металлическія зеркала стеклянными, вогнутая сторона которыхъ покрывается тонкимъ слоемъ серебра, прекрасно отражающаго свѣтъ и не измѣняющагося отъ дѣйствія воздуха. Телескопы съ такими зеркалами дешевле и менѣе громоздки; но все же они менѣе употребительны, чѣмъ рефракторы (діоптрическія трубы).

303. Волшебный фонарь.

Волшебнымъ, или *проекціоннымъ* фонаремъ назыв. приборъ, посредствомъ котораго на экранѣ получается увеличенное изображеніе прозрачной картины, вставленной въ надлежащее мѣсто фонаря. На рисункѣ 518-омъ справа данъ внѣшній, а слѣва — схематическій видъ волшебнаго фонаря. Онъ состоитъ изъ ящика «*a*», въ которомъ находятся лампа, вогнутое зеркало «*b*» и двѣ чечевицы «*m*» и «*n*». Лампа помѣщается въ главномъ фокусѣ зеркала «*b*»; поэтому ея лучи, отражаясь отъ послѣдняго, идутъ пучкомъ параллельнымъ и, преломляясь въ чечевицѣ «*m*», производятъ усиленное освѣщеніе нарисованной на стеклѣ прозрачной картины «*p*». Картина «*p*» помѣщается за главнымъ фокусомъ стекла «*n*»; поэтому лучи, идущіе отъ картины, послѣ преломленія въ стеклѣ «*n*», даютъ

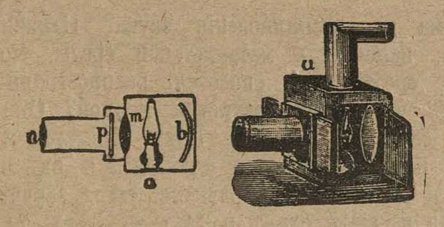


Рис. 518.

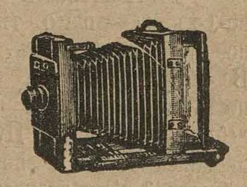


Рис. 519.

за его двойнымъ фокуснымъ разстояніемъ дѣйствительное, обратное и увеличенное изображеніе картины, принимаемое на бѣлый экранъ; чтобы изображеніе картины на экранѣ было прямымъ, картину вставляютъ въ фонарь кверху ногами.

304. Камера-обскура.

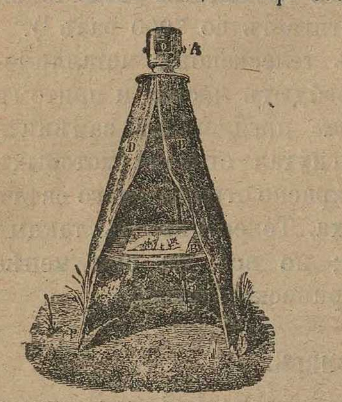
О ней мы уже упоминали въ § 289 (понятіе о фотографіи); это, какъ и волшебный фонарь,—проекціонный приборъ: при его помощи получаются изображенія внѣшнихъ предметовъ. Онъ представляетъ собою темную камеру (рис. 519), которую можно, наподобіе гармоники, сдвигать и раздвигать; въ переднюю доску этой камеры вставляется трубка съ объективомъ, направляемымъ на снимаемый предметъ; въ заднюю доску камеры вставляется рамка съ матовымъ стекломъ.

---

[1]) Телескопъ лорда *Росса* (Ирландія) имѣетъ зеркало въ 1,8 метра въ діаметрѣ; его фокусное разстояніе равно 17 метрамъ.

Направивъ объективъ на какой-нибудь предметъ, матовое стекло помощью гармоники приближаютъ или отдаляютъ отъ объектива до тѣхъ поръ, пока оно не будетъ какъ разъ въ его фокусѣ; тогда на матовомъ стеклѣ получится отчетливое изображеніе (обратное, конечно) разсматриваемаго предмета. Чтобы дневной свѣтъ не мѣшалъ ясно видѣть получаемое на матовомъ стеклѣ изображеніе, наблюдатель покрываетъ приборъ и голову черным сукномъ. Таково устройство камеры-обскуры, служащей для фотографированія.

Но есть еще камеры-обскуры, служащія *для облегченія срисовыванія предметовъ съ натуры.* Камера-обскура, служащая для этой цѣли, изображена на рисункѣ 520: слѣва—въ своемъ внѣшнемъ видѣ, а справа—въ схематическомъ разрѣзѣ. Въ цилиндрическій ящикъ «A», поддерживаемый треножникомъ «P», вставлено противъ отверстія «O» плоское зеркало «m» подъ угломъ въ 45° къ лучамъ «MN», входящимъ въ отверстіе «O»; эти лучи, отразившись отъ плоскаго зеркала, преломляются чечевицей «l» и даютъ изображеніе на бумагѣ, положенной на столикѣ «B»; для того, чтобы ясно были видны детали получаемаго такимъ образомъ изображенія предметовъ, посылающихъ свои лучи «MN» въ отверстіе «O», треножникъ задрапировывается чернымъ сукномъ «D», вслѣдствіе чего получается палатка. Очевидно, нетрудно обвести контуры полученнаго на бумагѣ изображенія.



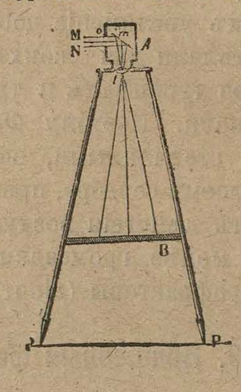


Рис. 520.

Повторительные вопросы и отвѣты.

1) Наличность чего необходима для возникновенія звука? Наличность, во-1-хъ, звучащаго тѣла и, во-2-хъ, наличность матеріальной среды, способной передавать звукъ. 2) Въ какой средѣ звукъ способенъ распространяться? Во всякой упругой средѣ. 3) Что называется звуковой волной? Совокупность сгущеннаго и разрѣженнаго слоя воздуха. 4) Какъ называются колеблящіяся части? Пучностями. 5) Какъ называются отдѣляющія ихъ неподвижныя точки и линіи? Узлами. 6) Что значитъ выраженіе: «тѣла звучатъ въ унисонъ»? Это значитъ, что эти тѣла издаютъ одинъ и тотъ же тонъ. 7) Отъ чего зависитъ высота тона? Отъ числа колебаній звучащаго тѣла въ единицу времени: чѣмъ больше число колебаній, тѣмъ тонъ выше. 8) Что называется интерференціей звука? Интерференціей звука называется усиленіе или ослабленіе (уничтоженіе) звука вслѣдствіе взаимодѣйствія сталкивающихся звуковыхъ волнъ. 9) Когда подъ вліяніемъ интерференціи происходитъ усиленіе звука и когда уничтоженіе? Усиленіе звука происходитъ, когда сталкиваются двѣ сгущенныя части или двѣ разрѣженныя части волнъ; если же сталкивается сгущенная часть одной волны съ разрѣженной частью другой волны, то происходитъ уничтоженіе (значительное ослабленіе) звука. 10) Какое явленіе называется резонансомъ? Явленіе, при которомъ одно тѣло начинаетъ звучать подъ вліяніемъ звука, издаваемаго другимъ тѣломъ. 11) Что такое тембръ? Это то качество звука, помощью котораго мы отличаемъ одинаковые по высотѣ и силѣ звуки, произведенные различными способами; такъ, отличаемъ игру на роялѣ отъ игры на скрипкѣ, флейтѣ и т. п. 12) Какъ судятъ о силѣ свѣта? Сила свѣта источника пропорціональна производимому имъ освѣщенію. 13) Прочтите законы освѣщенія.—Яркость освѣщенія данной поверхности расходящимися лучами обратно пропорціональна квадрату разстоянія этой поверхности отъ источника свѣта;

яркость освѣщенія данной поверхности параллельными лучами пропорціональна синусу угла, образуемаго этими лучами съ поверхностью. 14) Откуда кажутся выходящими лучи послѣ отраженія ихъ отъ плоскаго зеркала? Всѣ лучи, падающіе изъ свѣтящейся точки на плоское зеркало, послѣ отраженія отъ него, кажутся выходящими изъ одной точки, лежащей за зеркаломъ на перпендикулярѣ, опущенномъ изъ свѣтящейся точки на зеркало на такомъ же разстояніи отъ зеркала, на какомъ отъ него находится свѣтящаяся точка. 15) Что происходитъ со свѣтомъ при его паденіи на тѣло? При паденіи свѣта на тѣло часть его отражается, какъ отъ зеркала, часть разсѣивается и часть поглощается. 16) Что называется фокусомъ? Точка на главной оптической оси, въ которой пересѣкаются всѣ центральные лучи послѣ отраженія ихъ отъ зеркала. 17) Въ какой точкѣ пересѣкаются послѣ отраженія лучи, параллельные главной оптической оси? Въ точкѣ, дѣлящей радіусъ зеркала пополамъ. 18) Устройство чего основано на этомъ? Устройство прожекторовъ. 19) Прочтите законъ, опредѣляющій перемѣщеніе фокуса въ зависимости отъ перемѣщенія свѣтящейся точки.—Когда свѣтящаяся точка приближается отъ безконечно большого разстоянія къ главному фокусу, то фокусъ лучей отраженныхъ удаляется отъ главнаго фокуса до безконечно большого разстоянія, при чемъ въ центрѣ зеркала свѣтящаяся точка и фокусъ встрѣчаются; когда свѣтящаяся точка отъ главнаго фокуса приближается къ зеркалу, то отраженные лучи дѣлаются расходящимися, и фокусъ становится мнимымъ, располагаясь за зеркаломъ. 20) Гдѣ находится фокусъ свѣтящейся точки, лежащей на побочной оптической оси? На этой же самой побочной оси. 21) Сколько и какіе случаи построенія изображеній въ вогнутомъ зеркалѣ извѣстны вамъ? Три случая: a) предметъ находится передъ зеркаломъ на разстояніи, большемъ радіуса, b) предметъ находится между центромъ и главнымъ фокусомъ, и c) предметъ находится между главнымъ фокусомъ и зеркаломъ. 22) Какое изображеніе и гдѣ получается при отраженіи предмета въ выпукломъ зеркалѣ? Въ выпукломъ зеркалѣ изображеніе получается за зеркаломъ, т.-е. мнимое, и притомъ прямое и уменьшенное. 23) Что называется преломленіемъ свѣта? Отклоненіе лучей отъ своего первоначальнаго направленія при переходѣ ихъ изъ одной средины въ другую. 24) Что называется относительнымъ показателемъ преломленія? Отношеніе синуса угла паденія къ синусу угла преломленія для данной пары срединъ. 25) Чему равенъ относительный показатель преломленія данной пары срединъ? Частному отъ дѣленія абсолютнаго показателя преломленія той средины, въ которую лучъ входитъ, на абсолютнаго показателя той средины, изъ которой лучъ выходитъ. 26) Какое явленіе наблюдается при прохожденіи луча черезъ средину, ограниченную параллельными плоскостями? Лучъ выходящій параллеленъ лучу падающему, такъ какъ уголъ входа луча равенъ углу его выхода. 27) Отъ чего зависитъ размѣръ угла отклоненія луча при преломленіи его въ призмѣ? a) Отъ показателя преломленія вещества призмы, b) отъ преломляющаго угла призмы, c) отъ угла паденія входящаго луча, т.-е. отъ угла входа луча. 28) Какова зависимость угла отклоненія отъ угла входа луча? Минимумъ угла отклоненія происходитъ тогда, когда уголъ входа равенъ углу выхода, т.-е. когда лучи идутъ симметрично по обѣ стороны призмы. 29) Напишите формулу, помощью которой можно опредѣлить показатель преломленія вещества, если извѣстны преломляющій уголъ призмы, сдѣланной изъ этого вещества, и уголъ наименьшаго отклоненія, даваемаго ею. — $m = \frac{Sin\left(\frac{D+p}{2}\right)}{Sin\frac{p}{2}}$. 30) Какъ преломляются лучи въ двояковогнутой чечевицѣ? Послѣ преломленія въ ней лучи становятся еще болѣе расходящимися, чѣмъ до преломленія, и потому даютъ мнимый фокусъ по той же сторонѣ стекла, по которой находится и свѣтящаяся точка. 31) Какая точка сферическихъ стеколъ называется оптическимъ центромъ? Та точка каждой чечевицы, черезъ которую всѣ лучи проходятъ безъ преломленія. 32) Какія и гдѣ получаются изображенія при преломленіи свѣта въ двояковыпуклой чечевицѣ? Если разстояніе предмета

отъ стекла больше двойного главнаго фокуснаго разстоянія, то его изображеніе, находясь по другую сторону чечевицы между фокуснымъ и двойнымъ фокуснымъ разстояніемъ, будетъ дѣйствительное, уменьшенное и обратное; если разстояніе предмета отъ чечевицы больше главнаго фокуснаго разстоянія, но меньше двойного фокуснаго разстоянія, то его изображеніе, находясь за двойнымъ фокуснымъ разстояніемъ, будетъ дѣйствительное, увеличенное и обратное; наконецъ, если предметъ находится между чечевицей и ея главнымъ фокусомъ, то его изображеніе, находясь на той же сторонѣ, гдѣ и самъ предметъ, будетъ мнимое, увеличенное и прямое. 33) Какъ называется приборъ для изученія дисперсіи? Спектроскопомъ. 34) На какіе виды дѣлятся всѣ спектры? На три вида: спектры сплошные, прерывистые, или линейчатые, и спектры поглощенія, или обращенные. 35) Что представляетъ собой сплошной спектръ, и когда онъ получается? Сплошной спектръ состоитъ изъ всѣхъ семи цвѣтовъ, постепенно, безъ всякаго перерыва, переходящихъ одинъ въ другой, отъ краснаго до фіолетоваго; такой спектръ получается отъ всѣхъ тѣлъ (твердыхъ и жидкихъ), накаленныхъ добѣла. 36) Одинаковы ли между собою линейчатые спектры различныхъ газовъ, паровъ? Не только не одинаковы, но даже больше—каждый газъ, паръ имѣетъ свой, вполнѣ характерный только для него одного, спектръ. 37) Что изъ себя представляетъ солнечный спектръ? Спектръ поглощенія. 38) Что понимается подъ спектральнымъ анализомъ? Способъ узнавать химическій составъ даннаго тѣла по виду спектра его раскаленныхъ паровъ или по производимому ими спектру поглощенія при пропусканіи черезъ нихъ свѣта раскаленнаго добѣла тѣла. 39) Какіе вамъ извѣстны еще лучи, кромѣ видимыхъ? Невидимые—инфракрасные и ультрафіолетовые. 40) Когда тѣло нагрѣвается подъ вліяніемъ падающихъ на него лучей? Когда оно эти лучи поглощаетъ, и чѣмъ больше оно поглощаетъ лучей, тѣмъ сильнѣй нагрѣвается. 41) Въ чемъ выражается химическое дѣйствіе свѣта? Въ томъ, что свѣтъ содѣйствуетъ то соединенію нѣсколькихъ веществъ въ одно сложное тѣло, то разложенію сложнаго тѣла на элементы, его составляющіе. 42) Чѣмъ покрывается свѣточувствительная фотографическая пластинка? Растворомъ бромистаго серебра въ желатинѣ. 43) Каковы существеннѣйшія части глаза? Хрусталикъ и сѣтчатая оболочка. 44) Что представляетъ собою хрусталикъ? Двояковыпуклую чечевицу. 45) Какое изображеніе получается на сѣтчаткѣ? Обратное, уменьшенное и дѣйствительное. 46) Что понимается подъ аккомодаціей зрѣнія? Способность глаза, благодаря произвольному увеличенію кривизны хрусталика, видѣть ясно предметы, находящіеся отъ него на самыхъ различныхъ разстояніяхъ. 47) Въ зависимости отъ чего находится подробность зрѣнія? Въ зависимости отъ разстоянія предмета отъ глаза: чѣмъ ближе предметъ къ глазу, тѣмъ подробнѣй мы его видимъ. 48) Въ теченіе какого времени глазъ сохраняетъ полученное имъ свѣтовое впечатлѣніе? Въ теченіе, приблизительно, $^1/_7$ секунды. 49) Устройство чего основано на этомъ свойствѣ глаза? Устройство страбоскопа, синематографа и др. подобныхъ приборовъ. 50) Что является простымъ микроскопомъ, или лупою? Двояковыпуклое стекло, располагаемое по отношенію къ предмету такъ, чтобы послѣдній находился между стекломъ и его главнымъ фокусомъ. 51) Чему равно увеличеніе лупы? Увеличеніе лупы равно отношенію разстоянія наилучшаго зрѣнія къ главному фокусному разстоянію лупы, увеличенному на 1 (единицу). 52) Въ чемъ сущность устройства сложнаго микроскопа? Онъ состоитъ изъ двухъ двояковыпуклыхъ чечевицъ: одной—большой, обращаемой къ глазу и называемой окуляромъ, другой—маленькой, обращаемой къ предмету и называемой объективомъ; объективъ даетъ дѣйствительное и увеличенное изображеніе предмета, окуляръ же даетъ мнимое и вновь увеличенное изображеніе перваго (изображенія); такимъ образомъ достигается значительное увеличеніе разсматриваемаго маленькаго предмета.

Ученіе о движеніи и силахъ.

(Нѣкоторыя свѣдѣнія изъ механики [1]).

Предисловіе.

Въ 5, 6 и 7 выпускахъ «Гимназіи на дому» мы остановили вниманіе учащихся на разныхъ видахъ движенія (прямолинейное, криволинейное, равномѣрное и неравномѣрное, или перемѣнное), на сложеніи движеній и скоростей, на параллелограммѣ скоростей, на сложеніи и разложеніи силъ, на законахъ тяжести и условіяхъ равновѣсія тѣлъ; все это теперь слѣдуетъ бѣгло просмотрѣть, чтобы возстановить въ своей памяти рядъ опредѣленій и понятій для пониманія излагаемаго ниже въ слѣдующихъ главахъ (соотвѣтственно программѣ на аттестатъ зрѣлости):

1. *Законы равномѣрно-перемѣнныхъ движеній.*
2. *Измѣреніе силъ по производимому ими движенію.*
3. *Движеніе тѣла подъ вліяніемъ силы тяжести.*
4. *Центростремительная и центробѣжная силы.*
5. *Маятникъ.*
6. *Простыя машины.*
7. *Механическая работа и живая сила.*
8. *Энергія.*

I. Законы равномѣрно-перемѣнныхъ движеній.

Скорость перемѣннаго движенія. Скорость перемѣннаго движенія измѣняется съ каждымъ моментомъ времени. Подъ *скоростью перемѣннаго движенія въ нѣкоторое мгновеніе* разумѣется та скорость, которую имѣло бы тѣло, если бы съ этого мгновенія стало двигаться равномѣрно и прямолинейно, вслѣдствіе прекращенія дѣйствія непрерывной силы, подъ вліяніемъ которой и было налицо перемѣнное движеніе.

Перемѣнное движеніе можетъ быть или *ускореннымъ*, если скорость увеличивается, или *замедленнымъ*, если скорость уменьшается.

Затѣмъ различаютъ движенія: *равномѣрно-ускоренное*, если скорость увеличивается черезъ равные промежутки времени на одну и ту же величину, и *равномѣрно-замедленное*, если скорость уменьшается черезъ равные промежутки времени на одну и ту же величину.

Какъ то, такъ и другое движеніе называется *равномѣрно-перемѣннымъ движеніемъ*.

Величина же, на которую скорость равномѣрно-перемѣннаго движенія измѣняется въ единицу времени (напр., въ секунду), называется *ускореніемъ* этого движенія.

---

[1]) *Механика* въ тѣсномъ смыслѣ — наука о машинахъ, а въ широкомъ — *ученіе вообще о движеніи и о тѣхъ силахъ*, которыя могутъ производить движеніе.

Положимъ, что тѣло, двигаясь, прошло въ 1-ую секунду 50 см., во 2-ую— 80 см., въ 3-ю—110 см.; такое движеніе будетъ равномѣрно-ускореннымъ съ ускореніемъ + 30 см. въ секунду.

Законъ скорости и законъ пространства при равномѣрно-ускоренномъ движеніи. Положимъ, что постоянная сила непрерывно дѣйствуетъ по направленію движенія или въ противоположную сторону на свободную матеріальную частицу, имѣющую уже скорость V_0; надо теперь опредѣлить:

1) скорость и

2) пройденное частицей пространство по истеченіи времени t.

Какова же будетъ скорость V, если тѣло, имѣя скорость V_0, движется равномѣрно-ускоренно съ ускореніемъ a см. въ секунду,—по прошествіи t сек. отъ начальнаго момента?

Скорость V_0 черезъ секунду будетъ уже $V_0 + a$, черезъ двѣ $= V_0 + 2a$, а черезъ $t = V_0 + at$; слѣдовательно,

$$V = V_0 + at. \qquad (1)$$

Такова формула скорости. Если тѣло въ начальный моментъ находилось въ покоѣ, т.-е. $V_0 = 0$; тогда законъ скорости получитъ такой видъ:

$$V = at. \qquad (2)$$

Каково же будетъ пространство e, проходимое тѣломъ въ теченіе t секундъ отъ начальнаго момента?

Для опредѣленія этой величины находятъ, сколько пробѣжала частица въ каждый элементъ времени, для чего все время t разбивается на n равныхъ промежутковъ времени, и полученныя количества складываютъ.

Мы не дѣлаемъ здѣсь этихъ сложныхъ вычисленій, а сразу даемъ формулу, уже выведенную, а именно:

$$e\ (\textit{пространство}) = V_0t + {}^1/_2\, at^2. \qquad (3)$$

Если же первоначальная скорость, т.-е. $V_0 = 0$, то тогда законъ пространства приметъ такой видъ:

$$= {}^1/_2\, at^2. \qquad (4)$$

Исключая t изъ формулъ $V = V_0 + at$ и $e = V_0t + {}^1/_2\, at^2$, мы получаемъ формулу:

$$V^2 = V_0^2 + 2ae. \qquad (5)$$

Если же $V_0 = 0$, то этотъ законъ обращается въ болѣе простой:

$$V^2 = 2ae, \text{ или } V = \sqrt{2ae}, \qquad (6)$$

выражающій зависимость между скоростью, пріобрѣтенною тѣломъ, и пройденнымъ пространствомъ.

Всѣ эти законы касаются равномѣрно-ускореннаго движенія; при равномѣрно-замедленномъ же движеніи величина $+a$ замѣнится величиной $-a$ (отрицательной), и тогда законы равномѣрно-замедленнаго движенія будутъ таковы:

$$V = V_0 - at;\ e = V_0t - {}^1/_2\, at^2 \text{ и } V^2 = V_0^2 - 2ae.$$

II. Измѣреніе силъ по производимому ими движенію.

Силы можно измѣрять не только по производимому ими давленію или натяженію, но и по производимому ими движенію. Каковъ же характеръ движенія, производимаго постоянной силой? Каково же соотношеніе между силой, массой и ускореніемъ?

Отвѣтивъ на эти вопросы, мы перейдемъ къ новому способу измѣренія силъ.

Характеръ движенія, производимаго постоянной силой.

1. Постоянная сила, дѣйствующая въ сторону движенія тѣла, при отсутствіи другихъ силъ, производитъ равномѣрно-ускоренное движеніе.

2. Постоянная сила, дѣйствующая въ сторону, противоположную движенію тѣла, при отсутствіи другихъ силъ, производитъ равномѣрно-замедленное движеніе.

Соотношеніе между силою, массою и ускореніемъ.

1. Одинаковыя силы, дѣйствующія на одинаковыя массы, производятъ одинаковыя ускоренія.

2. Силы, дѣйствующія на разныя массы и производящія одинаковое ускореніе, пропорціональны массамъ.

3. Силы, дѣйствующія на одинаковыя массы, но производящія разныя ускоренія, пропорціональны этимъ ускореніямъ.

Принимая во вниманіе всѣ вышеуказанныя положенія, мы переходимъ къ выраженію силы помощью массы и ускоренія и къ выраженію вѣса въ динахъ.

Выраженіе силы помощью массы и ускоренія, а вѣса—въ динахъ.

Подъ *единицей силы* понимаютъ такую силу, которая, дѣйствуя одна на массу въ 1 граммъ, сообщаетъ ей ускореніе одинъ сантиметръ въ секунду.

Эта единица носитъ названіе «*динъ*» [1]).

Если извѣстна масса тѣла (m гр.), на которое сила дѣйствуетъ, и ускореніе (a см. въ сек.), сообщаемое силой этой массѣ, то можно выразить величину силы въ динахъ (f), и получимъ тогда такую формулу:

$$f = ma,$$

которая читается такъ: *величина силы, выраженная въ динахъ, равна произведенію массы, выраженной въ граммахъ, на ускореніе, выраженное въ сантиметрахъ въ секунду.*

Эта формула позволяетъ по двумъ извѣстнымъ величинамъ находить третью, неизвѣстную.

Что касается вѣса тѣла, то и его можно выразить въ динахъ, разъ вѣсъ тѣла есть сила.

Обозначая вѣсъ тѣла черезъ p, ускореніе при паденіи черезъ g, подставивъ въ равенствѣ $f = ma$ на мѣсто f букву p, а на мѣсто a—букву g, мы получимъ такую формулу:

$$p = mg,$$

которая читается такъ: *вѣсъ тѣла, выраженный въ динахъ, равняется произведенію массы (выраженной въ граммахъ) на ускореніе при паденіи (выраженное въ сантиметрахъ въ секунду).*

Считаемъ нужнымъ здѣсь замѣтить, что ускореніе g не есть величина, постоянная для разныхъ мѣстъ земной поверхности (въ мѣстахъ, лежащихъ ближе къ полюсу земли, тяжесть дѣйствуетъ сильнѣе, чѣмъ въ мѣстахъ, лежащихъ ближе къ экватору).

III. Движеніе тѣла подъ вліяніемъ силы тяжести.

Подъ вліяніемъ силы тяжести и происходитъ свободное паденіе тѣла. Согласно закону Ньютона, притяженіе тѣла къ землѣ обратно пропорціонально квадрату разстоянія этого тѣла отъ центра земли.

Тѣло, свободно падая на землю, приближается къ центру земли, отчего его вѣсъ увеличивается.

Но такъ какъ, съ одной стороны, радіусъ земли очень великъ, а паденія, съ другой стороны, происходятъ съ небольшой высоты, то *вѣсъ тѣла при паденіи его съ небольшой высоты считается неизмѣннымъ.*

Такъ какъ свободное паденіе тѣла есть движеніе равномѣрно-ускоренное, то къ нему могутъ быть примѣнимы выведенныя выше формулы.

При этомъ здѣсь могутъ быть два случая:

1. Если тѣлу была сообщена въ началѣ паденія нѣкоторая первоначальная скорость v_0, то формулы паденія таковы:

---

[1]) Онъ немного болѣе вѣса 1 миллиграмма.

$$v=v_0+gt, \quad (1)$$
$$h=v_0t+{}^1/_2\,gt^2, \quad (2)$$
$$v=\sqrt{v^2_0+2gh},$$

гдѣ черезъ g обозначено ускореніе при паденіи, а черезъ h—пройденное пространство.

2. Если тѣлу въ началѣ паденія не дано никакого толчка, то его начальная скорость равна o, и формулы эти въ такомъ случаѣ примутъ такой видъ:

$$v=gt, \quad (1)$$
$$h={}^1/_2\,gt^2, \quad (2)$$
$$v=\sqrt{2gh}\,. \quad (3)$$

Эти законы на опытѣ провѣряются при помощи особой машины, называемой *Атвудовой машиной*.

Машина Атвуда. Эта машина представляетъ, какъ видно изъ рисунка 521, деревянный столбъ до $2^1/_2$ метровъ высоты, на которомъ нанесены равныя дѣленія (сантиметры).

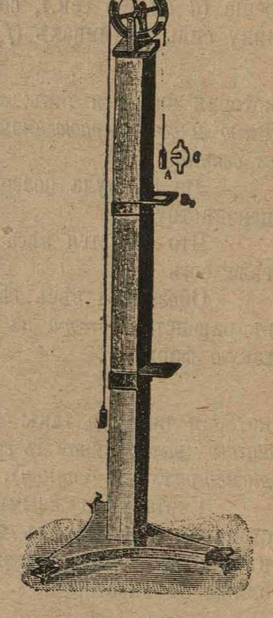


Рис. 521.

На верхушкѣ столба вращается колесо, черезъ которое перекинута шелковая нить; къ концамъ ея прикрѣплены двѣ равныя и взаимно-уравновѣшивающіяся гири А и A_1.

При движеніи одна нить подымается, а другая—опускается.

Онѣ приходятъ въ движеніе, если, напр., на гирю А положить небольшую пластинку С. Такъ какъ ея вѣсъ есть настоящая сила, то движеніе это должно быть равномѣрно-ускореннымъ. *Каково должно быть ускореніе этого движенія?*

Масса пластинки С—m, а масса гири **А** и A_1—M.

При паденіи одной пластинки С ускореніе ея равнялось бы g, и вѣсъ ея дѣйствовалъ бы только на массу m пластинки.

При паденіи же на Атвудовой машинѣ вѣсъ пластинки С дѣйствуетъ уже на массу $m+2M$, т.-е. пластинки и двухъ гирь; поэтому теперь ускореніе будетъ не g, а меньшее, именно g^1.

Вѣсъ пластинки C (при ея свободномъ паденіи), съ одной стороны, равняется произведенію mg, а съ другой стороны (при паденіи на Атвудовой машинѣ), равняется $(m+2M)g^1$, откуда $mg=(m+2M)g^1$, откуда

$$g^1=g.\frac{m}{m+2M}.$$

Вдоль столба этой машины имѣются двѣ пластинки B и B_1, изъ которыхъ одна (B)—сплошная, а другая (B_1)—съ круглымъ прорѣзомъ, черезъ который свободно проходитъ гиря A, но задерживается пластинка C. Эти двѣ пластинки можно перемѣщать и закрѣплять въ любомъ мѣстѣ. Благодаря пластинкѣ B_1, можно наблюдать скорость паденія въ различные моменты. При машинѣ этой имѣется еще часовой механизмъ, чтобы слѣдить во время опытовъ за временемъ.

Ускореніе g^1 можно найти не только путемъ вычисленія по вышеприведенной формулѣ, но и изъ опыта. Для этого опредѣляютъ, сколько сантиметровъ проходитъ на машинѣ Атвуда пластинка C въ первую минуту паденія, а затѣмъ это пространство удваиваютъ.

Повѣрка закона пространства. Паденіе на машинѣ Атвуда (безъ начальной скорости) подчиняется слѣдующимъ формуламъ:

$$V=g^1t,$$
$$h={}^1/_2\,g^1t^2,$$
$$V=\sqrt{2\,g^1h}.$$

Провѣримъ формулу $h={}^1/_2\,g^1t^2$; подставивъ 20 см. на мѣсто g^1, а на мѣсто t—числа 1, 2, 3 . . . . сек., мы имѣемъ:

$$t = 1,\ t = 2,\ t = 3\ .\ .\ .\ .$$
$$h_1 = 10,\ h_2 = 40,\ h_3 = 90.$$

Провѣримъ на опытѣ величину h_2, т.-е. что въ 2 секунды тѣло должно пройти 40 см. Для этого поднимаемъ гирю A къ нулю шкалы, кладемъ на нее грузъ C, укрѣпляемъ пластинку B (безъ прорѣза) на 40-мъ дѣленіи шкалы и пускаемъ маятникъ. И оказывается, что именно черезъ 2 секунды гиря проходитъ 40 см.

Повѣрка закона скорости. Положимъ, что въ формулѣ $V = g^1 t$, $g^1 = 20$ см., $t = 1, 2, 3\ .\ .\ .\ .$ сек.; тогда имѣемъ:

$$t = 1,\ t = 2,\ t = 3\ .\ .\ .\ .$$
$$V_1 = 20,\ V_2 = 40,\ V_3 = 60\ .\ .\ .\ .,$$

т.-е. скорость паденія на Атвудовой машинѣ должна быть: въ концѣ 1-й секунды 20 см. въ сек., въ концѣ 2-й сек. 40 см. и т. д. Это, конечно, легко показать на опытѣ, помѣстивъ горизонтальныя пластинки соотвѣтственно на извѣстныхъ дѣленіяхъ шкалы (такъ, напр., пластинку съ прорѣзомъ на 10-мъ дѣленіи, а пластинку безъ прорѣза на 20 дѣленій ниже).

Движеніе тѣла, брошеннаго вертикально вверхъ. Если мы бросимъ тѣло вертикально вверхъ со скоростью V_0, то сила тяжести уменьшитъ эту первоначальную скорость, и тѣло начнетъ по прошествіи нѣкотораго времени падать. Передъ нами будетъ движеніе равномѣрно-замедленное, при чемъ, очевидно, скорость при движеніи вверхъ должна уменьшаться въ каждую секунду на ту же величину g.

Замѣнивъ въ формулахъ равномѣрно-замедленнаго движенія (см. выше) a на g и e на h, мы имѣемъ:

$$1)\ V = V_0 - gt,$$
$$2)\ h = V_0 t - \tfrac{1}{2} gt^2.$$

По этимъ формуламъ можно вычислить скорость и пройденное пространство для даннаго времени t.

Опредѣлимъ теперь:

1) время поднятія до наибольшей высоты,
2) высоту, на которую тѣло подымается,
3) время паденія и
4) скорость при паденіи на землю.

1. Если тѣло достигнетъ наибольшей высоты, то V будетъ равно O, поэтому $O = V_0 - gt$, откуда

$$t = \frac{V_0}{g}.$$

2. Подставивъ это выраженіе въ формулу $h = V_0 t - \tfrac{1}{2} gt^2$, найдемъ, что

$$h = \frac{V_0^2}{2g}.$$

3 и 4. Что касается скорости, которую тѣло пріобрѣтаетъ при возвращеніи назадъ, и времени, въ теченіе котораго тѣло будетъ опускаться сверху внизъ, то a) тѣло, возвратившись назадъ, пріобрѣтаетъ ту же скорость, съ какой оно начало поднятіе, и b) время спуска (паденія) равно времени поднятія.

Примѣчаніе. Всѣ эти выводы относятся къ движ нію въ пустотѣ.

IV. Центростремительная и центробѣжная силы.

Возьмемъ ниже примѣръ и на немъ покажемъ, что такое центростремительная и центробѣжная силы.

Привяжемъ камень на нитку и станемъ его вращать около руки (рис. 522); нитка натянется. Камень стремится двигаться по прямой линіи. При движеніи такого несвободнаго камня обнаруживаются двѣ силы: съ одной стороны, какая-то сила, натягивающая нить и стремящаяся удалить камень отъ руки, называемая

центробѣжной, съ другой стороны, упругая сила, тянущая камень къ центру, называемая *центростремительной*.

Возьмемъ обручъ, которымъ играютъ дѣти, приставимъ къ его внутренней поверхности шарикъ и затѣмъ дадимъ шарику толчокъ по направленію касательной къ обручу,—онъ начнетъ двигаться по окружности обруча. Здѣсь обнаруживаются опять-таки двѣ силы: центростремительная, — при движеніи шарика вдоль стѣнки обруча стѣнка давитъ на шарикъ, и центробѣжная, — шарикъ давитъ на стѣнку.

Изъ этихъ двухъ примѣровъ видно, что эти двѣ силы связаны взаимно между собой, — центробѣжная сила существуетъ до тѣхъ поръ, пока существуетъ

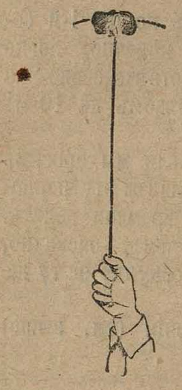


Рис. 522.

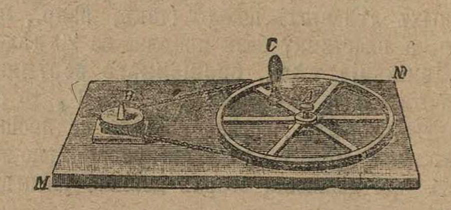


Рис. 523.

и центростремительная (если оборвется нить, на которой вращается камень, то прекращается дѣйствіе центростремительной силы, а вмѣстѣ съ ней, какъ ея противодѣйствіе, и центробѣжной силы).

Законы центробѣжной и центростремительной силъ. Рядъ произведенныхъ опытовъ привели къ слѣдующимъ выводамъ:

1) центробѣжная сила прямо пропорціональна массѣ тѣла;

2) центробѣжная сила прямо пропорціональна скорости, при одной и той же окружности круга, по которому тѣло движется, и

3) центробѣжная сила обратно пропорціональна радіусу окружности, по которой тѣло движется при одной и той же скорости.

Эти законы примѣнимы и къ центростремительной силѣ. Эти законы провѣряются посредствомъ особаго прибора, называемаго центробѣжной машиной.

Центробѣжная машина. Эта машина имѣетъ, какъ видно изъ рисунка 523, два колеса разной величины, которыя вращаются на осяхъ A и B, утвержденныхъ на особомъ столикѣ. Эти колеса соединены шнуркомъ. Вращая большое колесо за ручку, мы приводимъ въ движеніе и меньшее колесо. Конечно, въ одно и то же время число оборотовъ большого колеса будетъ значительно меньше числа оборотовъ меньшаго колеса; поэтому колесо B можно легко привести въ быстрое вращеніе.

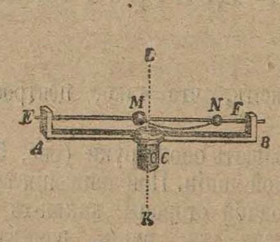


Рис. 524.

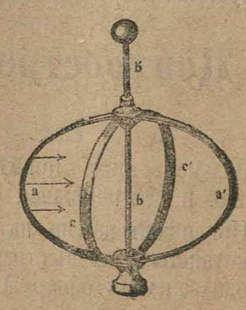


Рис. 525.

Сдѣлаемъ слѣдующихъ два опыта съ центробѣжной машиной:

1) опытъ съ шарами и 2) опытъ со стальными полосками.

Опытъ съ шарами. На центробѣжной машинѣ къ малому колесу укрѣпляютъ особый приборъ (рис. 524), состоящій изъ линейки съ прутомъ и двухъ металлическихъ шаровъ равной величины, помѣщенныхъ въ равномъ разстояніи отъ оси KL. Приведемъ теперь большое колесо въ быстрое вращательное движеніе. Цѣпь, соединяющая шары, натянется, но шары останутся въ равновѣсіи, потому что ихъ массы, скорости и радіусы окружностей, по которымъ они вращаются, равны между собой.

Если же поставить шары не въ одинаковомъ разстояніи отъ оси, то центробѣжная сила, дѣйствующая на шаръ, болѣе удаленный, возьметъ перевѣсъ, и оба отскочатъ на одинъ конецъ линейки. Вмѣсто равныхъ шаровъ можно брать неравные; большой шаръ перетянетъ меньшій, если помѣстить ихъ въ одинаковыхъ разстояніяхъ отъ оси.

Опытъ со стальными полосками. Къ малому колесу центробѣжной машины привинчиваютъ металлическій стержень bb^1, вдоль котораго можетъ скользить цилиндрикъ съ прикрѣпленными къ нему кольцами упругихъ стальныхъ полосокъ a, a^1, c, c^1, имѣющихъ форму полуокружности; нижніе же концы этихъ полосокъ укрѣплены наглухо.

Если этотъ приборъ (рис. 525) привести во вращательное движеніе, то каждая частица дугообразныхъ пластинокъ подвергнется дѣйствію центробѣжной силы по направленію, перпендикулярному къ оси. Вслѣдствіе этого, пластинка сплющится по вертикальному направленію.

Подъ вліяніемъ вращенія земли вокругъ оси, измѣняется *вѣсъ тѣла.* Подробное изслѣдованіе этого вопроса привело къ слѣдующему выводу: суточное вращеніе земного шара уменьшаетъ вѣсъ тѣлъ, за исключеніемъ тѣлъ, которыя находятся на полюсахъ; это уменьшеніе возрастаетъ по мѣрѣ приближенія къ экватору.

V. Маятникъ.

О маятникѣ можно говорить, какъ о *математическомъ*, т.-е. воображаемомъ, въ дѣйствительности не существующемъ, и *физическомъ*, или дѣйствительномъ.

Математическій маятникъ. Онъ состоитъ изъ невѣсомой нити M, у которой верхній конецъ укрѣпленъ неподвижно, а къ нижнему концу подвѣшена матеріальная точка M. Отклонимъ его (рис. 526) въ положеніе AM^1 на нѣкоторый уголъ α, а затѣмъ предоставимъ его самому себѣ. Назвавъ черезъ p вѣсъ частицы M, разложимъ его на двѣ силы: p'— по направленію касательной къ дугѣ окружности, и p''—по продолженію нити AM'. Вторая сила уничтожится сопротивленіемъ этой нити, а сила p' будетъ увлекать точку M къ начальному положенію.

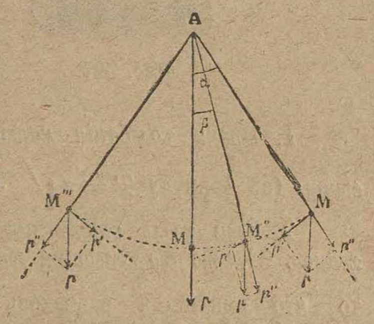


Рис. 526.

Изъ треугольника $M'p'p$ опредѣляемъ величину силы p^1:

$$p' = p.\ Sn\alpha.$$

Вѣсъ p — сила постоянная, а $Sn\alpha$ уменьшается по мѣрѣ приближенія точки M къ начальному положенію.

Слѣдовательно, величина p^1, т.-е. силы, увлекающей точку M по дугѣ окружности, уменьшается; при $\alpha = O$ эта сила обращается въ O.

Когда точка вернется къ начальному положенію M, сила p' обратится въ нуль, но движеніе не прекращается, а продолжается далѣе по инерціи. Теперь сила p'. дѣйствуетъ противъ движенія и, слѣдов., замедляетъ его. На-

лѣво отъ M точка пройдетъ такой же путь MM''', съ какого она спустилась отъ M' къ M. Дойдя до M''', точка начнетъ двигаться назадъ.

Если бы не было тренія и сопротивленія движенію, то маятникъ совершалъ бы вѣчныя колебанія справа налѣво и слѣва направо, съ одинаковой шириной размаха MM'.

Въ дѣйствительности же, въ физическомъ маятникѣ, а не въ математическомъ, размахи маятника становятся все меньше и меньше, и, наконецъ, движеніе совсѣмъ прекращается.

На практикѣ существуютъ только физическіе маятники.

Движенія маятника впередъ и назадъ называются колебаніями; время, употребленное частицей M, чтобы описать дугу $M'''MM'$, называется временемъ колебанія; дуга $M'''MM'$—амплитудой, или размахомъ; AM—длиной маятника.

Законы колебаній математическаго маятника. Если уголъ отклоненія маятника отъ отвѣсной линіи не превосходитъ 3°, то время (T сек.), въ теченіе котораго маятникъ переходитъ изъ крайняго праваго положенія въ крайнее лѣвое, т.-е. время одного простого качанія, выражается слѣдующей формулой:

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}},$$

гдѣ π — отношеніе окружности къ діаметру ($\pi = 3,141\ldots.$), l — длина маятника, и g — ускореніе паденія въ томъ мѣстѣ земли, гдѣ маятникъ качается.

Изъ этой формулы вытекаетъ рядъ слѣдствій, которыя составляютъ законы колебаній·

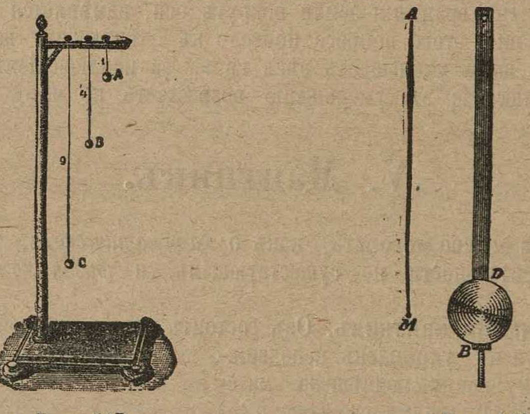


Рис. 527. Рис. 528.

1. *Время колебанія маятника не зависитъ отъ массы матеріальной частицы* (въ формулу $T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ даже не входитъ M — масса).

2. *Если уголъ отклоненія маятника отъ отвѣснаго положенія не превосходитъ 3°, то его колебанія совершаются въ одно и то же время*, несмотря на то, что амплитуда размаховъ уменьшается (въ формулу $T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ не входитъ уголъ отклоненія).

3. *Время колебанія маятника прямо пропорціонально корню квадратному изъ длины маятника* (т.-е. съ увеличеніемъ длины въ 4, 9, 16 разъ, время колебанія возрастаетъ соотвѣтственно въ 2, 3, 4 раза) (рис. 527).

4. *Время колебанія маятниковъ одинаковой длины въ разныхъ мѣстахъ земного шара обратно пропорціонально корню квадратному изъ величины ускоренія, производимаго силою тяжести въ этихъ мѣстахъ* (т.-е., съ увеличеніемъ силы тяжести въ 4, 9, 16 разъ, время колебанія уменьшается въ 2, 3, 4 раза).

Всѣ эти законы провѣрены на рядѣ опытовъ.

Физическій маятникъ. Физическій маятникъ (рис. 528), существующій

въ дѣйствительности, представляетъ собой твердое тѣло, могущее колебаться около какой-либо одной точки.

Физическій маятникъ примѣняется въ часахъ; безъ него движеніе часового механизма не могло бы быть равномѣрнымъ.

Маятникъ, обладающій способностью совершать каждый свой размахъ въ одинаковое время, регулируетъ ходъ часовъ.

Если бы не было маятника, то гиря, служащая двигательной силой въ часахъ, падала бы ускоренно, или же спиральная пружина вращала бы ускоренно барабанъ, приводящій въ движеніе систему зубчатыхъ колесъ. Итакъ благодаря маятнику, ходъ часовъ становится правильнымъ.

VI. Простыя машины.

Подъ машиной разумѣется такой аппаратъ, посредствомъ котораго передается дѣйствіе силы на что-либо. Къ простымъ машинамъ относятся: *рычагъ, блокъ, воротъ, зубчатое колесо, наклонная плоскость, клинъ и винтъ;* всѣ эти машины сводятся къ двумъ основнымъ: *рычагу и наклонной плоскости.*

Рычагъ. Рычаги бываютъ *прямолинейные и криволинейные;* условія равно-

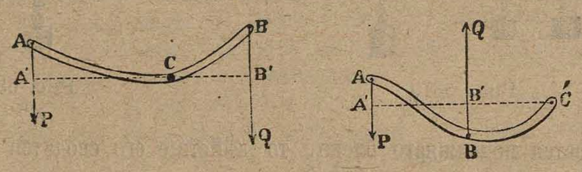


Рис. 529.

вѣсія первыхъ были нами разсмотрѣны въ началѣ курса, — теперь же мы разсмотримъ условія равновѣсія криволинейнаго рычага при дѣйствіи параллельныхъ и непараллельныхъ силъ.

1. Имѣемъ криволинейный рычагъ (рис. 529), на точки A и B котораго дѣйствуютъ двѣ параллельныя силы—P и Q, стремящіяся повернуть рычагъ въ противоположныя стороны. C есть точка опоры. Проведемъ черезъ точку опоры общій перпендикуляръ $A'CB'$, затѣмъ перенесемъ точки приложенія силъ P и Q въ точки A' и B', отъ чего дѣйствіе силъ P и Q не измѣнится. Налицо передъ нами прямолинейный рычагъ, для равновѣсія котораго, мы знаемъ (смотрите о рычагахъ въ начальныхъ выпускахъ), требуется: $P:Q=CB':CA'$, или $P.CA^1=$ $=Q.CB^1$, т.-е. *для равновѣсія рычага необходимо и достаточно, чтобы силы стремились повернуть рычагъ въ противоположныя стороны, и чтобы моменты* этихъ силъ (произведеніе силы на перпендикуляръ, опущенный изъ точки опоры на направленіе силы) *были равны.*

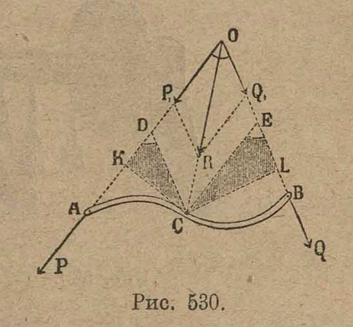


Рис. 530.

2. Имѣемъ криволинейный рычагъ AB (рис. 530); силы P и Q непараллельныя: онѣ сходятся въ точкѣ O. Силы P и Q перенесемъ въ точку O. Равнодѣйствующая R проходитъ черезъ точку опоры C.

Полученный параллелограмъ $CDOE$ подобенъ параллелограму OP_1RQ_1.

Изъ подобія имѣемъ: $OP_1:OQ_1=OD:OE$, но $OP_1=P$, $OQ_1=Q$, $OD=$ $=CE$, $OE=CD$, поэтому $P:Q=EC:CD$.

Изъ подобія же треугольниковъ CKD и CEL мы находимъ: $CE:CD=$ $=CL:CK$.

Сравнивая эту пропорцію со второй, получаемъ, что $P:Q=CL:CK$, откуда $P.CK=Q.CL$, что и требовалось доказать, т.-е. что нужно для равновѣсія рычага.

Блоки. Блоки бываютъ: *неподвижные и подвижные.* Подъ блоками разумѣется вообще колесо, могущее вращаться около оси C, проходящей черезъ центръ колеса и укрѣпленной въ такъ называемой обоймицѣ.

Вотъ эта-то самая обоймица можетъ быть неподвижная,—поэтому соотвѣтственно этому блокъ можетъ быть неподвижный (рис. 531) и подвижный (рис. 532).

Въ неподвижномъ блокѣ (рис. 531) для равновѣсія его необходимо, чтобы силы были равны, т.-е. $P=Q$. Если же силы неравны, то блокъ будетъ вращаться въ сторону большей силы.

Поэтому неподвижный блокъ не даетъ выигрыша въ силѣ, онъ только дозволяетъ измѣнить направленіе силы, что часто бываетъ очень выгодно, напр., блокъ, посредствомъ котораго притворяется дверь дѣйствіемъ тяжелаго груза.

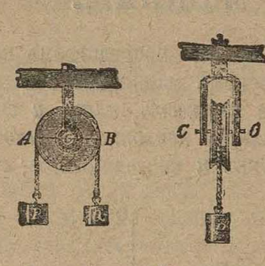


Рис. 531.

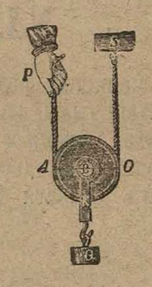


Рис. 532.

Что касается подвижнаго блока, то дѣйствіе его сводится также къ рычагу, какъ и при неподвижномъ блокѣ.

Въ подвижномъ блокѣ (рис. 532) одинъ конецъ веревки укрѣпленъ неподвижно, а на другой конецъ дѣйствуетъ сила P; къ обоймицѣ K, въ которой вращается ось B блока, приложена еще сила Q. Допустимъ, что веревки между собой параллельны.

Для равновѣсія рычага необходимо, чтобы $P:Q=BC:AC$, но $BC:AC=\frac{1}{2}$, поэтому $P=\frac{1}{2}Q$.

Итакъ, для *равновѣсія параллельныхъ силъ на подвижномъ блокѣ нужно*

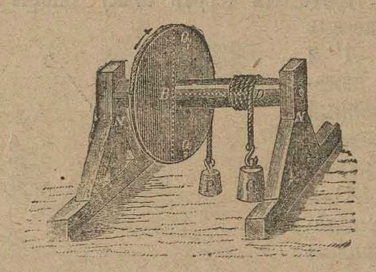


Рис. 533.

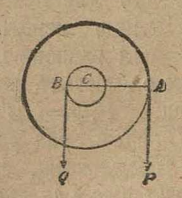


Рис. 534.

чтобы сила, дѣйствующая на веревку, проходящую по желобу, была вдвое менѣе силы, приложенной къ оси блока.

Это условіе не измѣнится, если соединить подвижный блокъ съ неподвижнымъ.

Посредствомъ подвижнаго блока при параллельности веревокъ грузъ можно уравновѣсить силою, равной половинѣ вѣса этого груза. Для полученія еще большаго дѣйствія примѣняются системы блоковъ, называемыя *полиспастами* и дающія большій выигрышъ въ силѣ.

Воротъ. Эта машина (рис. 533) состоитъ изъ колеса B, прикрѣпленнаго къ валу D, вращающемуся на оси на подставкахъ. На колесо дѣйствуетъ сила P (грузъ, прикрѣпленный къ веревкѣ), а на валъ—сила Q (грузъ на веревкѣ); обѣ силы стремятся вращать воротъ въ противоположныя стороны.

Для равновѣсія ворота необходимо, чтобы сила, дѣйствующая на окружность колеса, относилась къ силѣ, дѣйствующей на окружность вала, какъ радіусъ вала относится къ радіусу колеса, т.-е. $P:Q=r:R$. Это выводится изъ ряда разсужденій о томъ, что воротъ можно разсматривать, какъ прямолинейный рычагъ перваго рода (рис. 534), котораго точка опоры въ C, а плечи—BC и AC. Для равновѣсія его должна существовать пропорція:

$$P:Q=BC:AC;$$

откуда, обозначивъ радіусы колеса и вала черезъ R и r, имѣемъ:

$$P:Q=r:R.$$

Воротъ имѣетъ многія приложенія, напр., при извлеченіи воды изъ колодцевъ, руды изъ рудниковъ.

Наклонная плоскость. Эта плоскость представляетъ собой простую машину, которая употребляется для подъема или спуска большихъ тяжестей при помощи небольшой силы (напр., бочки съ виномъ спускаютъ въ погребъ или извлекаютъ ихъ оттуда посредствомъ наклонно поставленныхъ брусковъ, при чемъ, чѣмъ наклоннѣе бруски, тѣмъ меньше требуется силы для подъема бочки; когда, напр., хотятъ вкатить бочку на телѣгу или вообще на возвышеніе, то кладутъ двѣ жерди и по нимъ двигаютъ бочку).

Данные нами чертежи (рис. 535 и 536) представляютъ собой наклонныя плоскости ($AC=l$ — длина ея, $AB=b$ и $CB=h$ — основаніе и высота), на которыхъ положенъ шаръ M. Этотъ шаръ подъ вліяніемъ тяжести стремится скатиться внизъ. Опредѣлимъ величину силы, которую надо приложить къ центру тяжести тѣла, чтобы удержать его движенія.

Здѣсь могутъ быть два случая, которые и разберемъ ниже каждый отдѣльно.

1. *Прилагаемая нами сила X параллельна AC* (рис. 535). Вѣсъ P тѣла разлагается на двѣ силы: P' и P''. Сила P'' уничтожается сопротивленіемъ плос-

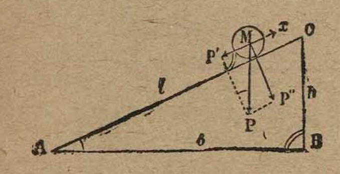


Рис. 535.

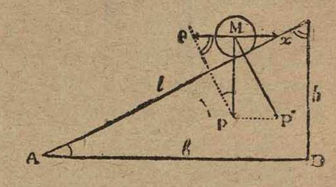


Рис. 536.

кости, сила же P' остается; ее-то прилагаемая нами сила X и должна уравновѣсить.

Силы P' и X направлены въ противоположныя стороны; для ихъ равновѣсія (чтобы тѣло не пришло въ движеніе) необходимо, чтобы $X=P'$.

Изъ подобія треугольниковъ $MP'P$ и ABC слѣдуетъ, что

$$P':P=BC:AC=h:l, \text{ т.-е. } P'=x=P.\frac{h}{l}.$$

Эта формула означаетъ, что *для удержанія въ равновѣсіи тѣла, находящагося на наклонной плоскости, силою, параллельною длинѣ плоскости, надо, чтобы эта сила относилась къ вѣсу тѣла, какъ высота наклонной плоскости относится къ ея длинѣ.*

Чѣмъ высота менѣе по отношенію къ длинѣ, тѣмъ меньшей силою можно удержать тѣло на наклонной плоскости отъ паденія.

При подыманіи тѣла посредствомъ наклонной плоскости выигрываютъ въ силѣ, но теряютъ въ скорости.

2. *Прилагаемая нами сила X параллельна основанію AB* (рис. 536). Вѣсъ P тѣла разлагается на двѣ силы: P' и P''. Сила P'' уничтожается сопротивленіемъ плоскости; остаются силы P' и X, направленныя въ противоположныя стороны. Для равновѣсія (чтобы тѣло не пришло въ движеніе) нужно, чтобы $X=P'$.

Изъ подобія треугольниковъ MPP' и ABC слѣдуетъ:

$$P':P=BC:AB=h:b; \text{ слѣд., } x=P'=P.\frac{h}{b}.$$

Эта формула означаетъ, что *для удержанія въ равновѣсіи тѣла, находящагося на наклонной плоскости, силою, параллельною основанію плоскости, надо, чтобы эта сила относилась къ вѣсу тѣла, какъ высота наклонной плоскости относится къ ея основанію.*

Приложенія наклонной плоскости представляютъ также *клинъ* и *винтъ.*

Клинъ. Клинъ (рис. 537) представляетъ собой трехгранную призму, составленную какъ-бы изъ двухъ наклонныхъ плоскостей, сложенныхъ своими основаніями. Клинъ вставляютъ между двумя предметами, желая удалить ихъ другъ отъ друга, напр., расколоть бревно.

Топоръ, ломъ, ножъ и т. п. дѣйствуютъ, какъ клинъ; чѣмъ острѣе послѣдній, тѣмъ онъ легче входитъ въ дерево.

Винтъ. Винты на практикѣ употребляются для разныхъ цѣлей: для подъема тяжелыхъ предметовъ (поднять вагонъ при помощи винта), для произведенія большого сжатія или давленія (винтовой прессъ), для скрѣпленія частей предмета (петли на дверяхъ, на классныхъ доскахъ и т. п.).

Передъ нами цилиндръ M (рис. 538) и прямоугольный треугольникъ ABC, вырѣзанный изъ бумаги, высота котораго (h) произвольна, а основаніе AC равно длинѣ окружности основанія цилиндра M. Обернемъ теперь этотъ треугольникъ вокругъ цилиндра такъ, чтобы основаніе AC совпало съ окружностью цилиндра;

Рис. 537.

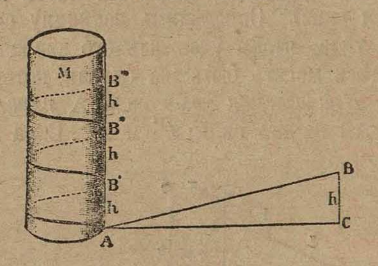


Рис. 538.

тогда точка B займетъ положеніе B'. Гипотенуза AB при этомъ образуетъ на поверхности цилиндра одинъ оборотъ винтовой линіи. Поступая такъ дальше, мы получимъ рядъ оборотовъ, совокупность которыхъ составитъ *винтовую линію.*

Разстояніе между двумя точками двухъ сосѣднихъ оборотовъ винтовой линіи, расположенными на одной производящей цилиндра, назыв. *высотой винтового хода*, или *шириной витка* ($AB'=B'B''\ .\ .\ .=h$).

Цилиндръ, въ которомъ по направленію винтовой линіи сдѣлано углубленіе, назыв. *винтомъ.*

Если въ доскѣ K (рис. 539) сдѣлано отверстіе, внутри котораго будутъ нарѣзаны винтообразныя углубленія, соотвѣтственныя возвышеніямъ винта, то получимъ *гайку.*

Винтъ, какъ машина, состоитъ собственно изъ винта, гайки K и головки L.

Предположивъ, что гайка укрѣплена неподвижно, положимъ на верхній конецъ винта грузъ Q. Тогда винтъ начнетъ вращаться, опускаясь къ низу. Для удержанія винта въ равновѣсіи, надо приложить къ какой-нибудь точкѣ окружности его головки нѣкоторую силу P, вращающую винтъ въ противоположную сторону.

Путемъ особыхъ разсужденій пришли къ слѣдующему выводу:

Сила, дѣйствующая на окружность головки, должна относиться къ силѣ, параллельной оси винта, какъ высота винтового хода относится къ окружности головки, т.-е. $P:Q=h:c^1$ (окружность головки). Слѣдовательно, чѣмъ меньше высота хода сравнительно съ длиной окружности головки, тѣмъ большій выигрышъ въ силѣ.

Соотношеніе между силой и пространствомъ, пройденнымъ точкой ея приложенія, таково: сила, дѣйствующая на окружность головки, во столько разъ менѣе поднимаемаго груза, во сколько пространство, пробѣгаемое точкой приложенія первой силы, болѣе высоты, на которую подымаютъ грузъ.

Зубчатыя колеса. Зубчатое колесо представляетъ собой круглую пластинку съ зубцами по окружности, вращающуюся на оси. Зубцы одного колеса захватываютъ зубцы второго колеса меньшаго діаметра, называемаго *шестерней;* оно прикрѣпляется къ серединѣ большого колеса.

Система зубчатыхъ колесъ употребляется весьма часто, когда требуется малою силою преодолѣть большое сопротивленіе (напр., при передвиженіи большихъ грузовъ, при разведеніи мостовъ и пр.), или когда нужно получить очень быстрое вращательное движеніе; зубчатыя колеса имѣютъ большое приложеніе въ мельницахъ, гдѣ колесо приводитъ во вращательное движеніе жерновъ.

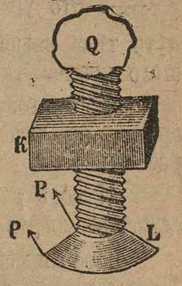


Рис. 53

VII. Механическая работа и живая сила.

Сила, сообщая тѣлу, къ которому она приложена, то или иное движеніе, *работаетъ*; такъ, тяжесть, заставляющая падать камень, производитъ работу; при этомъ сила, работая, преодолѣваетъ тѣ или иныя препятствія, называемыя *сопротивленіями*.

Величина работы зависитъ: a) отъ силы, какую необходимо приложить для преодолѣнія сопротивленія, и b) отъ длины пути, на протяженіи котораго сила работаетъ. Работа будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше эта сила и чѣмъ длиннѣе путь, проходимый ея точкой приложенія.

Если на какое-нибудь тѣло дѣйствуетъ постоянная сила F, и тѣло движется по направленію, совпадающему съ направленіемъ силы, то *за величину работы постоянной силы, совпадающей съ направленіемъ движенія, принимаютъ произведеніе этой силы на пройденный путь.*

W (величина работы) $= F$ (сила). e (пройденный путь).

За *единицу работы* принимаютъ работу силы, равной 1 дину, на протяженіи пути, равнаго 1 сантиметру, если направленіе силы совпадаетъ съ направленіемъ движенія. Эта единица назыв. **эргъ.**

1.000.000 эрговъ составляетъ . . . **мегаэргъ.**
10 мегаэрговъ » . . . **джуль.**

На практикѣ же за единицу работы берутъ **килограммо-метръ, пудофутъ,** т.-е. работу поднятія 1 кгр. на высоту 1 м., 1 пуда на высоту 1 фута.

Приблизительно принимаютъ, что *1 килограммо-метръ=9,81 джуля.* Подъ *живой силой движущагося наступательно тѣла въ данный моментъ времени* назыв. *половина произведенія массы этого тѣла на квадратъ скорости, которую оно имѣетъ въ этотъ моментъ.* Такъ, если масса тѣла—m и скорость—v, то живая сила есть $\frac{1}{2} mv^2$.

Если нѣкоторая сила привела въ движеніе покоящееся тѣло, то работа, произведенная силою на протяженіи нѣкотораго пути, равна живой силѣ, пріобрѣтенной тѣломъ въ концѣ этого пути.

Пусть масса m прошла подъ вліяніемъ силы f пространство s и получила скорость v; тогда имѣемъ: $fs=\frac{mv^2}{2}$ Пусть сила продолжаетъ дѣйствовать, и

масса до нѣкотораго момента прошла пространство s_1 и получила въ концѣ своего пути скорость v_1; тогда будемъ имѣть: $fs_1 = \frac{mv_1^2}{2}$. Вычтя почленно первое равенство изъ второго и полагая, что $s_1 - s = h$, получимъ: $fh = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv^2}{2}$. Это уравненіе показываетъ, что работа силы на нѣкоторомъ промежуткѣ пути тѣла равна приращенію живой силы, полученному тѣломъ на протяженіи этого промежутка.

Когда говорятъ о работоспособности машинъ, то принимаютъ во вниманіе время, въ теченіе котораго можетъ быть выполнена та или другая величина работы.

И вотъ *работа, которую машина можетъ выполнить въ единицу времени, служитъ мѣрой ея мощности.*

Практическая единица мощности есть *паровая лошадь*. Это—работа, равная *75 килограммо-метрамъ въ секунду.* Въ наукѣ за единицу мощности берутъ работу, равную *1 эргу въ секунду*; чаще употребляютъ *уаттъ*, равный 1 джулю въ секунду.

Импульсъ силы и количество движенія. Подъ *импульсомъ* постоянной силы f за промежутокъ времени t разумѣется ft, т.-е. произведеніе силы на этотъ промежутокъ. Подъ *количествомъ движенія* тѣла въ данный моментъ разумѣется mv, т.-е. произведеніе массы тѣла на его скорость въ этотъ моментъ.

Между этими двумя величинами существуетъ слѣдующая зависимость: если постоянная сила дѣйствуетъ по направленію движенія или по направленію, противоположному движенію, то импульсъ этой силы за данный промежутокъ времени численно равенъ измѣненію количества движенія за этотъ промежутокъ.

Надо замѣтить слѣдующія два положенія: 1) одно и то же количество движенія можетъ имѣть какъ большая масса при малой скорости, такъ и малая масса при большой скорости; 2) одно и то же количество движенія можетъ быть сообщено массѣ различными силами въ зависимости отъ времени, въ продолженіе котораго сила дѣйствуетъ. Оба эти положенія вытекаютъ изъ формулы:

$$m \text{ (масса тѣла)} \cdot v \text{ (скорость)} = f \text{ (движущая сила)} \cdot t \text{ (время)}.$$

Чѣмъ больше сила, тѣмъ меньше времени ей потребуется, чтобы сообщить массѣ извѣстную скорость.

Работа поднятія. Для *равномѣрнаго поднятія* нѣкотораго груза послѣ того, какъ затратою нѣкотораго усилія преодолѣна была его инерція и сообщена ему нѣкоторая скорость, необходимо, чтобы движущая сила, (напр., тяга, производимая рукой) была равна сопротивленію, т.-е. вѣсу груза (p), и если эта сила подниметъ грузъ на высоту h, то работа, произведенная силой на этомъ промежуткѣ для преодолѣнія вѣса груза, выразится черезъ ph.

Слѣдовательно, *работа поднятія равна произведенію вѣса подымаемаго груза на высоту поднятія.*

Вся эта работа не зависитъ отъ пути, по которому тѣло подымается, а лишь отъ вертикальной высоты поднятія. Всякую работу можно выразить равной ей работою поднятія груза. Въ силу этого, въ техникѣ за *единицу работы* принимаютъ работу, затрачиваемую на поднятіе по вертикальному направленію массы 1 кгр. на высоту 1 м. Эта единица работы назыв. **килограмметромъ.**

VIII. Энергія.

Понятіе энергіи и виды. Подъ *энергіей тѣла* разумѣется *способность тѣла производить работу.* Такъ, потокъ воды, сжатый воздухъ, порохъ обладаютъ энергіей.

Различаютъ два рода энергіи: *кинетическую* и *потенціальную.*

Кинетическая энергія. Подъ ней разумѣется работоспособность, обу-

словленная движеніемъ тѣла; этой энергіей обладаетъ всякое тѣло, находящееся въ движеніи (тѣло при паденіи, колесо при вращеніи и т. п.). Кинетическая энергія еще иначе называется *энергіей движенія.*

Потенціальная энергія. Подъ ней разумѣется еще не проявившаяся способность неподвижнаго тѣла произвести работу, являющуюся какъ слѣдствіе того, что данное тѣло находится подъ вліяніемъ какихъ-либо силъ притяженія или отталкиванія, исходящихъ отъ другихъ окружающихъ его тѣлъ. Такой энергіей обладаетъ камень, лежащій на крышѣ, поднятая гиря, вода въ запрудѣ и т. п. Потенціальная энергія еще иначе называется *энергіей положенія.*

Какъ кинетическая (явная) энергія, такъ и потенціальная (скрытая) представляютъ собой виды *механической* энергіи.

Кромѣ нея, имѣются еще и другіе виды энергіи: *тепловая* (энергія нагрѣтаго пара), *электрическая* (энергія электр. тока), *химическая* (энергія пороха), *звуковая* (энергія колебательнаго движенія воздушныхъ частицъ), *магнитная* и т. п.

Превращеніе энергіи. Рядъ произведенныхъ опытовъ и наблюденій показалъ, что одинъ видъ энергіи можетъ переходить въ другой.

1. *Превращеніе кинетической въ потенціальную и обратно.* Примѣры: потенціальная энергія заведенной пружины превращается въ кинетическую энергію движенія зубчатыхъ колесъ и стрѣлокъ часовъ. Кинетическая энергія брошеннаго вверхъ камня можетъ перейти въ потенціальную энергію, если камень удержимъ наверху.

2. *Превращеніе механической энергіи въ тепловую.* Примѣры: при ударѣ, треніи, сжатіи механическая энергія переходитъ въ тепловую, а именно при этихъ явленіяхъ развивается теплота. При работѣ паровой машины теплота затрачивается и замѣняется механической работой. Установлено даже изъ ряда опытовъ опредѣленное постоянное отношеніе между затрачиваемой теплотой и получаемой работой.

3. Другія превращенія: электрическая энергія тока—въ потенціальную при заряженіи лейденской банки; обратное — при ея разрядѣ; электрическая энергія гальваническаго тока — въ тепловую энергію проводника; механическая— въ электрическую при вращеніи электрической машины; электрическая энергія— въ механическую, напр., въ электромоторѣ; химическая энергія — въ тепловую, напр., при горѣніи и т. д.

Превращеніе одного вида энергіи въ другой видъ можетъ совершаться какъ непосредственно, такъ и черезъ рядъ промежуточныхъ превращеній.

Обыкновенно опредѣленный запасъ одного вида энергіи не вполнѣ превращается въ другой видъ: часть ея можетъ остаться неизмѣнной или же перейти въ иные виды энергіи.

Законъ сохраненія энергіи. Различные виды энергіи можно измѣрять величиной работы, которую тотъ или иной видъ энергіи способенъ произвести. Путемъ такого измѣренія можно установить, какія количества энергіи разныхъ видовъ эквивалентны другъ другу. На этомъ основаніи можно говорить о величинѣ энергіи вообще, присущей какой-нибудь системѣ тѣлъ, обладающей разными видами энергіи.

Напр., система тѣлъ, составляющихъ нашу солнечную систему, обладаетъ разнообразными видами энергіи: механической, тепловой, химической, лучистой и пр.

Въ серединѣ XIX в. германскими физиками Мейеромъ, Гельмгольцемъ и Клаузіусомъ былъ установленъ слѣдующій законъ: *въ системѣ тѣлъ, изолированной отъ всякихъ внѣшнихъ вліяній, энергія сохраняется, не теряясь и не созидаясь; мѣняются только виды энергіи.*

Этотъ законъ можетъ быть провѣренъ на массѣ окружающихъ насъ явленій. Такъ, напр., исчезающая теплота даетъ намъ опредѣленное количество механической работы; обратно, затрачиваемая работа даетъ теплоту въ томъ же отношеніи. Каждая калорія даетъ 424 килограмметра работы, каждый же затраченный килограмметръ освобождаетъ $^1|_{424}$ калоріи. Слѣдовательно, теплоту можно измѣрять единицами работы, а работу—единицами теплоты; здѣсь сумма теплоты и работы, выраженныхъ въ одинаковыхъ единицахъ, остается неизмѣнной.

Этотъ законъ сохраненія энергіи, вмѣстѣ съ закономъ сохраненія вещества, составляя основу современнаго естествознанія, слѣдующимъ образомъ выражаетъ основное свойство всѣхъ происходящихъ въ природѣ явленій: *масса всего вещества и количество всей находящейся въ немъ энергіи при всѣхъ измѣненіяхъ остаются постоянными.*

Источники энергіи. Начальнымъ источникомъ всякой энергіи, какую бы мы ни взяли, если ее будемъ изслѣдовать, является *лучистая энергія солнца*; но человѣку чаще приходится обращаться къ производнымъ источникамъ энергіи, изъ которыхъ на первомъ мѣстѣ—топливо и вода.

Космографія.

Глава XII. Основные законы движенія; всемірное тяготѣніе [1].

§ 55. Законы Кеплера.

Причина понятныхъ движеній планетъ была объяснена Коперникомъ; имъ же была дана и общая схема движенія и расположенія планетъ. Истинные же законы движенія планетъ были открыты *Кеплеромъ* (въ XVII вѣкѣ). Кеплеръ вывелъ свои законы, основываясь на изученіи движенія Марса вокругъ Солнца: опредѣляя въ различные моменты разстояніе Марса отъ Солнца, Кеплеръ нашелъ, что эта планета движется около Солнца не по кругу (чего нельзя было бы доказать, допустивъ даже, что Солнце находится не въ центрѣ этого круга), а по нѣкоторой другой кривой. Испробовавъ нѣсколько кривыхъ, Кеплеръ убѣдился, что только эллипсисъ, въ фокусѣ котораго находится Солнце, вполнѣ опредѣляетъ всѣ вычисленныя положенія планеты (Марса). Дальнѣйшія изслѣдованія показали, что движенія всѣхъ планетъ подчиняются тремъ законамъ.

Первый законъ. *Всякая планета движется по эллипсису, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится Солнце.*

Значеніе этого закона заключается въ слѣдующемъ: такъ какъ черезъ три точки, лежащихъ на плоскости, при данномъ положеніи фокуса можно провести только одинъ эллипсисъ, то, слѣдовательно, трехъ точно опредѣленныхъ мѣстъ какой-либо новой планеты вполнѣ достаточно для опредѣленія ея пути.

Второй законъ опредѣляетъ, какъ происходитъ движеніе планеты по эллипсису: *радіусъ векторъ планеты описываетъ площади, пропорціональныя временамъ;* это значитъ, что, когда планета далеко отъ

---

[1] Прежде чѣмъ приступить къ изученію курса космографіи этого выпуска, необходимо усвоить законы механики изъ курса физики этого же выпуска. *Примѣч. редакціи.*

Солнца (рис. 72), то секторъ, описанный радіусомъ векторомъ, въ единицу времени (напр., въ одинъ день) будетъ длинный, но узкій; когда же планета ближе къ Солнцу, то секторъ, описанный радіусомъ *въ тотъ же промежутокъ времени*, долженъ быть болѣе широкимъ; слѣдов., *угловыя перемѣщенія планеты* при ея движеніи по эллипсису *неравномѣрны*: чѣмъ ближе планета къ перигелію, тѣмъ быстрѣй она движется, и обратно. Такъ какъ этотъ законъ опредѣляетъ измѣненіе скоростей планеты въ различныхъ частяхъ ея пути, то онъ даетъ возможность *предсказать положеніе планеты на будущее время*, и въ этомъ заключается существенное значеніе второго закона Кеплера.

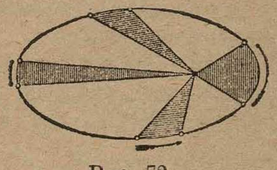


Рис. 72.

Третій законъ. Кеплеръ замѣтилъ, что, чѣмъ больше среднее разстояніе планеты отъ Солнца, тѣмъ дольше время ея обращенія вокругъ него; долгое время Кеплеръ пытался установить въ точной математической формулѣ зависимость между отношеніемъ среднихъ разстояній планетъ отъ Солнца и отношеніемъ временъ обращеній этихъ планетъ вокругъ Солнца и, наконецъ, нашелъ, что

квадраты временъ обращенія планетъ относятся, какъ кубы ихъ среднихъ разстояній.

Среднее разстояніе планеты отъ Солнца равно *большой полуоси* эллипсиса. Если обозначимъ ее для одной планеты черезъ „a", для другой—черезъ „a_1", а время обращенія первой планеты обозначимъ черезъ „t", а второй — черезъ „t_1", то изъ приведеннаго закона слѣдуетъ, что

$$\frac{t^2}{t_1^2} = \frac{a^3}{a_1^3}.$$

Отсюда ясно, что помощью этого закона можно, зная время обращенія, опредѣлить среднее разстояніе отъ Солнца, и, обратно, по среднему разстоянію планеты отъ Солнца—опредѣлить время ея обращенія.

Такъ, пусть для Земли $t = 1$ (году) и $a = 1$, для Венеры же $t_1 = 0{,}6152$; надо опредѣлить a_1—для Венеры, т.-е. ея среднее разстояніе отъ солнца. Мы знаемъ, что

$$\frac{1^2}{0{,}6152^2} = \frac{1^3}{a_1^3} \Big\} \; \frac{1}{0{,}6152^2} = \frac{1}{a_1^3} \Big\} \; a_1^3 = 0{,}6152^2,$$

откуда

$$a_1 = \sqrt[3]{0{,}6152^2} = 0{,}723.$$

§ 56. Основные законы движенія.

Кеплеръ опредѣлилъ геометрическіе законы движенія планетъ, но онъ не выяснилъ общей причины, обусловливающей эти законы. Кеплеръ не далъ отвѣта на вопросъ: „что заставляетъ двигаться планеты, какая сила производитъ ихъ движенія и управляетъ ими?" Эту силу открылъ и объяснилъ *Ньютонъ* своимъ закономъ всемірнаго

тяготѣнія. Прежде чѣмъ перейти къ выясненію закона всемірнаго тяготѣнія (въ его примѣненіи къ движенію планетъ), вкратцѣ перечислимъ основные законы движенія, на которые намъ придется опираться при выводѣ въ дальнѣйшемъ изложеніи различныхъ формулъ.

a) *Законъ инерціи:* всякое тѣло стремится сохранить свое состояніе покоя или равномѣрнаго, прямолинейнаго движенія.

b) *Законъ дѣйствія силы:* всякая сила дѣйствуетъ на тѣло независимо отъ того, дѣйствуетъ ли она одна или совмѣстно съ другими силами; измѣненіе движенія, т.-е. его ускореніе или замедленіе, пропорціонально дѣйствующей силѣ; отсюда въ механикѣ выводится формула

$$P = mg,$$

т.-е. сила равна произведенію массы на ускореніе.

c) *Законъ равенства дѣйствія и противодѣйствія:* всякое дѣйствіе вызываетъ противоположное и равное ему противодѣйствіе.

§ 57. Движеніе планетъ есть слѣдствіе притяженія ихъ Солнцемъ.

Пусть Солнце находится въ точкѣ „*m*" (рис. 73), и планета — въ точкѣ „*a*"; планета стремится двигаться по прямой „*ab*", но притяженіе къ „*m*" заставляетъ ее переместиться на „*ac*"; подъ дѣйствіемъ двухъ силъ планета „*a*" пойдетъ по „*ad*"; точно также отъ сложенія „*de*" и „*df*" получается перемѣщеніе „*dg*" и т. д. Такимъ образомъ, при непрерывномъ дѣйствіи силы, притягивающей движущееся тѣло къ опредѣленному центру, получается движеніе вокругъ этого центра по замкнутой кривой.

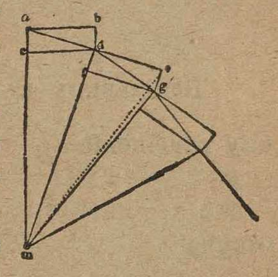


Рис. 73.

Изъ курса физики (отдѣлъ механики) мы знаемъ, что *ускореніе* при круговомъ движеніи выражается формулой

$$f = \frac{v^2}{r},$$

гдѣ „v"—скорость движенія по окружности и „r"—радіусъ ея, т.-е. разстояніе движущейся точки отъ центра. Обозначивъ время обращенія въ секундахъ черезъ „t", найдемъ, что

$$v = \frac{2\pi r}{t};$$

значитъ,

$$f = \frac{\left(\frac{2\pi r}{t}\right)^2}{r},$$

откуда

$$f = \frac{4\pi^2 r}{t^2}.$$

Такъ какъ изъ второго закона Ньютона (см. предшеств. §) мы знаемъ, что силы, дѣйствующія на равныя массы, пропорціональны ускореніямъ, то мы можемъ сравнить силы, дѣйствующія на планеты, по ихъ ускореніямъ.

Пусть	разстояніе отъ Солнца	время обращенія	ускореніе
для планеты P:	r	t	f
„ „ P_1:	r_1	t_1	f_1

тогда для планеты P

$$f = \frac{4\pi^2 r}{t^2}$$

для планеты P_1

$$f_1 = \frac{4\pi^2 r_1}{t_1^2}$$

тогда отношеніе ускоренія планеты P къ ускоренію планеты P_1:

$$\frac{f}{f_1} = \frac{4\pi^2 r}{t^2} : \frac{4\pi^2 r_1}{t_1^2} = \frac{4\pi^2 r \,.\, t_1^2}{t^2 \,.\, 4\pi^2 r_1},$$

откуда

$$\frac{f}{f_1} = \frac{t_1^2}{t^2} \cdot \frac{r}{r_1} \; . \; . \; . \; . \; . \text{ (I равенство)}$$

Но по третьему закону Кеплера мы знаемъ, что квадраты временъ обращеній планетъ относятся какъ кубы ихъ разстояній отъ Солнца, т.-е. въ данномъ случаѣ:

$$\frac{t_1^2}{t^2} = \frac{r_1^3}{r^3}.$$

Подставивъ въ I-е равенство вмѣсто отношенія $\frac{t_1^2}{t^2}$ равное ему отношеніе $\frac{r_1^3}{r^3}$, найдемъ, что

$$\frac{f}{f_1} = \frac{r_1^3}{r^3} \cdot \frac{r}{r_1},$$

откуда

$$\frac{f}{f_1} = \frac{r_1^2}{r^2}$$

т.-е. *ускоренія*, а значитъ, и *силы притяженія планетъ Солнцемъ* (*при счетѣ на одну и ту же массу*) *обратно пропорціональны квадратамъ разстояній планетъ отъ Солнца;* значитъ, если бы планета удалилась отъ Солнца на разстояніе вдвое, втрое ... большее, то притяженіе на единицу ея массы ослабѣло бы въ 4, 9 ... разъ. Слѣдовательно, *разница въ притяженіи, оказываемомъ Солнцемъ на единицу массы различныхъ планетъ, зависитъ только отъ ихъ разстоянія*, и если бы всѣ планеты находились на одинаковомъ разстояніи отъ Солнца, то послѣднее притягивало бы единицу массы каждой планеты съ равной силой.

Движеніе Луны вокругъ Земли, какъ и всѣхъ спутниковъ вокругъ планетъ, объясняется подобнымъ же образомъ притяженіемъ спутниковъ къ тѣмъ планетамъ, вокругъ которыхъ они движутся.

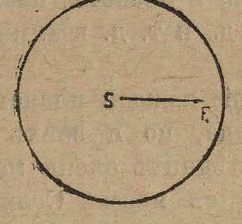
§ 53. Законъ всемірнаго тяготѣнія.

Мы объяснили въ предшествующемъ параграфѣ движеніе планетъ притяженіемъ ихъ къ Солнцу. Но уже изъ третьяго закона Ньютона — равенства дѣйствія и противодѣйствія — ясно, что разъ Солнце притягиваетъ планеты, то и, обратно, послѣднія должны притягивать Солнце. Ньютонъ путемъ ряда теоретическихъ соображеній и практическихъ наблюденій и опытовъ установилъ, что *всякая матеріальная частица тяготѣетъ къ другой матеріальной частицѣ, при чемъ сила ихъ притяженія пропорціональна массамъ частицъ и обратно пропорціональна ихъ разстоянію.*

Этотъ законъ Ньютона, называемый закономъ *всемірнаго тяготѣнія*, выражается слѣдующей математической формулой:

$$F = K \frac{mm_1}{r^2},$$

въ которой „m“ и „m_1“—массы взаимно притягиваемыхъ тѣлъ, „r“—ихъ разстояніе другъ отъ друга, и K — постоянный коэффиціентъ выражающій величину притяженія двухъ массъ, равныхъ единицѣ и находящихся одна отъ другой на единицѣ разстоянія (т.-е. тогда $m = m_1 = 1$, $r = 1$, и, слѣдов., $F = K$).



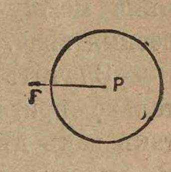


Рис. 74.

Обозначивъ массу Солнца „S“ (рис. 74) черезъ „M“, массу планеты „P“—черезъ „m“ и разстояніе ихъ другъ отъ друга—черезъ „r“, найдемъ, что *сила притяженія планеты Солнцемъ* выразится формулой

$$F = K \frac{Mm}{r^2}.$$

Очевидно, и сила притяженія Солнца планетой будетъ такая же:

$$F_1 = K \frac{Mm}{r^2}.$$

Значитъ, силы F и F_1 равны, несмотря на то, что дѣйствія ихъ весьма различны; это объясняется значительной разницей между массами Солнца и планеты: одна и та же сила, дѣйствуя на Солнце и планету, сообщаетъ первому, какъ имѣющему гораздо большую массу, лишь весьма незначительное (ничтожное) ускореніе; ускореніе же планеты, благодаря ея малой массѣ, подъ дѣйствіемъ той же силы очень велико. Отсюда понятно, почему смѣщеніе Солнца въ сторону планеты ничтожно, движеніе же планеты почти всецѣло обусловлено притяженіемъ ея къ Солнцу.

Приведенное разсужденіе вполнѣ подтверждается слѣдующимъ. По второму закону Ньютона сила равна произведенію массы на ускореніе.

Значитъ, для Солнца:	для планеты:
$F_1 = MG$	$F = mg$
откуда: $G = \frac{F_1}{M}$	$g = \frac{F}{m}$
откуда: $G = \frac{KMm}{r^2 M}$	$g = \frac{KMm}{r^2 m}$
откуда: $G = \frac{Km}{r^2}$	$g = \frac{KM}{r^2}$

Изъ сравненія полученныхъ формулъ ясно, что, такъ какъ „m“ (масса планеты) ничтожно по сравненію съ „M“ (массой Солнца), то и G (ускореніе Солнца подъ вліяніемъ притяженія его планетой) ничтожно по сравненію съ „g“ (ускореніе планеты подъ вліяніемъ притяженія ея Солнцемъ), т.-е., говоря иначе, ускореніе Солнца G подъ вліяніемъ притяженія его планетой можно принять равнымъ нулю. Мы изслѣдовали одинъ частный случай — взаимнаго притяженія планеты и Солнца; но подобнымъ же образомъ притягиваются другъ къ другу спутники и планеты, планеты между собой, спутники между собой и т. д., и т. д. взаимно притягиваются всѣ небесныя тѣла.

Значитъ, на движеніе каждой планеты оказываетъ вліяніе не только притяженіе Солнца, но и всѣхъ сосѣднихъ планетъ. Но такъ какъ дѣйствія послѣднихъ очень малы, вслѣдствіе того, что массы ихъ сравнительно съ массой Солнца очень незначительны, то за общее и главное направленіе движенія всякой планеты принимается ея движеніе по эллипсису вокругъ Солнца; вліяніе же планетъ учитывается на основаніи закона всемірнаго тяготѣнія, какъ *отклоненіе* отъ этого эллипсиса; эти отклоненія называются *возмущеніями;* наличность ихъ, очевидно, подтверждаетъ истинность закона всемірнаго тяготѣнія.

Особенно яркимъ доказательствомъ истинности разсматриваемаго закона явилось открытіе планеты Нептуна [1]) путемъ вычисленія. Въ движеніяхъ Урана астрономами были замѣчены такія возмущенія (отклоненія отъ эллипсиса), которыхъ нельзя было объяснить дѣйствіемъ ни одной изъ извѣстныхъ тогда планетъ. Изучая характеръ этихъ возмущеній, *Леверье* приписалъ ихъ дѣйствію нѣкоторой неизвѣстной еще планеты и опредѣлилъ путемъ вычисленія ея орбиту, размѣры, массу и даже мѣсто, гдѣ она должна быть видна всегда на небѣ въ данный (имъ) моментъ времени. Онъ тотчасъ же сообщилъ о своемъ выводѣ въ Берлинѣ астроному *Галле*, и тотъ въ ту же ночь (по полученіи письма) отыскалъ въ указанномъ мѣстѣ на небѣ звѣзду, которой не было еще на картѣ; затѣмъ, непосредственныя наблюденія астрономовъ блестяще подтвердили точность всѣхъ предсказаній *Леверье*.

---

[1]) Въ древности были извѣстны пять планетъ: Меркурій, Венера, Марсъ, Сатурнъ и Юпитеръ: шестая планета—Уранъ открыта Гершелемъ въ 1871 году

§ 59. Опредѣленіе массъ и плотностей планетъ.

Мы установили, что движеніе планетъ и ихъ спутниковъ совершается подъ вліяніемъ тяготѣнія къ центральному (для каждаго изъ нихъ) тѣлу. Ускореніе въ круговомъ движеніи планетъ зависитъ отъ a) массы каждой планеты и b) ея разстоянія отъ центральнаго тѣла (см. § 58); поэтому массы двухъ различныхъ планетъ можно сравнивать по ихъ ускоренію, если обѣ планеты находятся на равномъ разстояніи отъ своихъ центральныхъ тѣлъ, вокругъ которыхъ совершается ихъ движеніе.

Такъ, Діана, спутникъ Сатурна, находится отъ своей планеты на томъ же разстояніи, на какомъ находится Луна отъ Земли; при этомъ ускореніе движенія Діаны въ 100 разъ болѣе луннаго ускоренія, а такъ какъ ускореніе прямо пропорціонально массѣ притягивающаго тѣла, то, слѣдовательно, масса Сатурна въ 100 разъ [1]) болѣе массы Земли. Болѣе сложно вычисленіе отношенія массъ центральныхъ тѣлъ въ томъ общемъ случаѣ, когда разстоянія ихъ отъ своихъ спутниковъ различны, такъ какъ тогда надо принимать во вниманіе и законъ измѣненія ускореній съ измѣненіемъ разстоянія.

Выведемъ формулу, опредѣляющую отношенія массъ центральныхъ тѣлъ, для общаго случая. Пусть масса одной планеты—„m“, разстояніе ея до спутника—„r“ и время обращенія послѣдняго — t; тогда ускореніе при круговомъ движеніи спутника по извѣстной уже намъ формулѣ равно

$$\frac{4\pi^2 r}{t^2}.$$

Съ другой стороны, по закону тяготѣнія (см. § 58) ускореніе равно

$$\frac{km}{r^2}.$$

Такимъ образомъ, въ различныхъ выраженіяхъ дана одна и та же величина; слѣдовательно,

$$\frac{4\pi^2 r}{t^2} = \frac{km}{r^2} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(I-ое равенство)}$$

Если для другой планеты обозначимъ ея массу черезъ m_1, разстояніе ея отъ спутника черезъ r_1 и время обращенія послѣдняго черезъ t_1, то, подобно предыдущему, будемъ имѣть:

$$\frac{4\pi^2 r_1}{t_1^2} = \frac{km_1}{r_1^2} \quad \ldots\ldots \text{(II-ое равенство)}$$

Раздѣлимъ почленно первое равенство на второе

$$\frac{4\pi^2 r}{t^2} : \frac{4\pi^2 r_1}{t_1^2} = \frac{km}{r^2} : \frac{km_1}{r_1^2},$$

откуда

$$\frac{r \cdot t_1^2}{r_1 t^2} = \frac{m r_1^2}{m_1 r^2},$$

откуда

$$\frac{m}{m_1} = \frac{r^3 t_1^2}{r_1^3 t^2},$$

откуда

$$\frac{m}{m_1} = \left(\frac{r}{r_1}\right)^3 \cdot \left(\frac{t_1}{t}\right)^2.$$

[1]) Мы беремъ для простоты круглыя числа.

Съ помощью полученной такимъ образомъ формулы не трудно находить отношеніе массъ центральныхъ тѣлъ, зная разстоянія (r и r_1) отъ нихъ ихъ спутниковъ и времена обращенія (t и t_1) этихъ послѣднихъ.

Такъ, пусть надо опредѣлить отношеніе массы Солнца къ массѣ Земли.

M — масса Солнца.
$T = 365{,}256$ сут.—время обращенія спутника Солнца—Земли.
$R = 149500000$ клм. — разстояніе Земли отъ Солнца.

m — масса Земли.
$t = 27{,}3217$ — время обращенія спутника Земли — Луны.
$r = 384400$ клм.—разстояніе Луны отъ Земли.

Подставивъ данныя значенія въ полученную выше формулу, найдемъ, что

$$\frac{M}{m} = \left(\frac{149500000}{384400}\right)^3 \cdot \left(\frac{27{,}3217}{365{,}256}\right)^2 \text{ 1)} = 329000;$$

это значитъ, что *масса Солнца въ 329000 разъ больше массы Земли.*

Масса Меркурія и Венеры, какъ планетъ, не имѣющихъ спутниковъ, равно какъ и массы самихъ спутниковъ, опредѣляется иначе: изъ наблюденія опредѣляется величина возмущенія, производимаго планетой (спутникомъ) на движеніе сосѣдней планеты, и по величинѣ этого возмущенія судятъ (вычисляютъ) массу планеты, его производящей.

При измѣреніи массъ тѣлъ солнечной системы условились за единицу принимать массу Земли.

Точно также **плотность тѣлъ солнечной системы** сравнивается съ Землей, плотность которой принимается за единицу.

Если обозначимъ черезъ V объемъ небеснаго тѣла, выраженный въ объемахъ Земли, черезъ M — массу его, тоже въ массахъ Земли, то искомая плотность D этого тѣла будетъ

$$D = \frac{M}{V}.$$

Такъ, масса Юпитера въ 310 разъ больше массы Земли, объемъ же его больше объема Земли въ 1331 [2]) разъ; слѣдовательно, $D = \frac{310}{1331}$, т.-е. приблизительно $^1/_4$ плотности Земли.

Подобныя вычисленія показали, что планеты Венера, Марсъ и Меркурій имѣютъ почти такую же плотность, какъ и Земля; плотность Солнца равна почти $^1/_4$ плотности Земли, а плотность Сатурна равна $^1/_8$ плотности Земли. Пользуясь нѣкоторыми данными опыта надъ притяженіемъ тѣлъ къ Землѣ, можно найти и плотность самой Земли; опредѣливъ же ее, не трудно будетъ узнать и величину абсолютныхъ плотностей небесныхъ тѣлъ. Плотность Земли равна, приблизительно, $5^1/_2$ (по отношенію къ водѣ).

---

1) Вычисленіе, очевидно, надо производить помощью логарифмовъ, логарифмировавъ это выраженіе такимъ образомъ: $lg\left(\frac{M}{m}\right) = 3lg149500000 + 2lg \,.\, 27{,}3217 - 3lg\ 384400 - 2lg\ 365{,}256 = 5{,}51740$.

2) Радіусъ Юпитера = 11 радіусамъ Земли; слѣдов., объемъ его въ 11^3 разъ больше объема Земли.

Глава XIII. Тѣла солнечной системы.

Мы уже говорили (см. § 54 предшест. выпуска) о тѣлахъ, входящихъ въ составъ солнечной системы; теперь, прежде чѣмъ приступить къ болѣе детальному изученiю каждаго изъ этихъ тѣлъ, мы дадимъ сравнительную таблицу нѣкоторыхъ величинъ, относящихся къ Солнцу и планетамъ, съ тѣмъ, чтобы въ дальнѣйшемъ изложенiи уже не возвращаться къ этимъ даннымъ, значенiе которыхъ станетъ вполнѣ яснымъ уже изъ самой таблицы.

Названiе планеты.	Дiаметръ. Земля=1.	Масса. Земля=1.	Плотность. Вода=1.	Обращенiе около оси.	Обращенiе около Солнца.	Число спутниковъ.	Сжатiе.
Меркурiй	0,4	1/17	4	88 дней.	88 дней	0	0
Венера	1	4/5	5,2	225 дней.	225 дней.	0	0
Земля	1	1	5,5	23 ч. 56 м. 4 с.	1 годъ.	1	1/300
Марсъ	0,5	1/10	4	24 ч. 37 м.	2 года [1]).	2	0
Астероиды	—	—	—	—	—	—	—
Юпитеръ	11	310	1,3	9 ч. 55 м.	12 лѣтъ.	8	1/16
Сатурнъ	9	93	0,7	10 ч. 16 м.	30 лѣтъ.	10	1/9
Уранъ	4	15	1,4	неизвѣстно	84 года.	4	неизвѣстны.
Нептунъ	5	16	0,8	неизвѣстно	165 лѣтъ.	1	неизвѣстны.
Солнце	109	329000	1,4	25—27 дней	—	Всѣ план.	0
Луна	0,3	1/80	3,3	27⅓ дня.	27⅓ дн. ок. Земли.	—	0

§ 60. Солнце.

Гипотеза о строенiи Солнца и способъ опредѣленiя состава (Солнца) намъ извѣстны уже изъ курса физики (см. §§ 282 и 283); поэтому теперь мы перейдемъ прямо къ изученiю того, что намъ

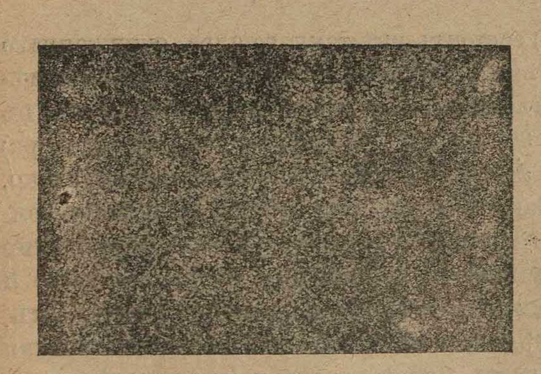


Рис. 75. Грануляцiя солнечной поверхности по фотографiи.

Рис. 76. Пятно и факелы у края диска.

еще неизвѣстно. Ослѣпительно свѣтящаяся поверхность Солнца называется **фотосферой**; она представляется огненнымъ вѣчно волнующимся моремъ. При разсматриванiи фотосферы въ сильно увеличивающую трубу, нетрудно замѣтить, что ослѣпительно блестящая поверхность (фотосфера) представляется *зернистой* (рис. 75),

[1]) Годы даны въ круглыхъ числахъ.

покрытою очень яркими пятнышками; эти свѣтлыя точки (зерна) называются **гранулами** и представляютъ собою, вѣроятно, волны на бушующемъ огненномъ океанѣ. Линейный размѣръ ихъ 2000—3000 клм. [1])

Часто на зернистой поверхности Солнца встрѣчаются мѣста, имѣющія особенно яркій блескъ; такія мѣста называются **факелами** и имѣютъ большей частью видъ прихотливо извивающихся длинныхъ жилъ (рис. 76).

Далѣе, на непостоянномъ и неоднообразномъ фонѣ фотосферы нетрудно замѣтить болѣе или менѣе темныя **пятна** (рис. 77 и 78); величина пятенъ бываетъ различна; встрѣчаются и такія, размѣры которыхъ значительно (разъ 120—60) болѣе всей поверхности земного шара. Форма пятна не постоянна: она постепенно измѣняется,— иногда чрезвычайно быстро, иногда одно пятно раздѣляется на нѣсколько, и, обратно, нѣсколько пятенъ сливаются въ одно. Вполнѣ

Рис. 77. Пятно въ періодѣ образованія или разрушенія.

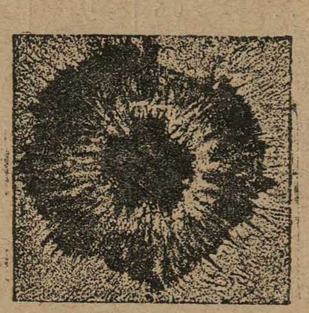


Рис. 78 Пятно, вполнѣ развившееся.

развившееся пятно (рис. 78) состоитъ изъ темнаго ядра, окруженнаго сѣроватымъ вѣнцомъ полутѣни. Существованіе пятна длится отъ нѣсколькихъ дней до цѣлыхъ мѣсяцевъ. Пятна обычно располагаются въ экваторіальномъ поясѣ (на 30° по одну и другую сторону экватора) Солнца. Упомянутые выше *факелы* обычно располагаются недалеко, даже по краямъ пятенъ. Замѣчательна *періодичность* появленія солнечныхъ пятенъ: въ нѣкоторые годы дискъ Солнца совершенно чистъ, потомъ на немъ начинаютъ появляться пятна все чаще и чаще, общее число ихъ съ каждымъ годомъ постепенно возрастаетъ, наступаетъ максимумъ, вслѣдъ за которымъ пятнообразовательная дѣятельность Солнца ослабѣваетъ, число пятенъ годъ отъ года уменьшается, и вновь наступаетъ время, когда на дискѣ совсѣмъ нѣтъ пятенъ; такой полный періодъ длится 11 лѣтъ [2]). Та же періодичность наблюдается и относительно факеловъ, тѣсно связанныхъ, очевидно, съ существованіемъ пятенъ.

---

[1]) Кажущаяся же (даже при самомъ сильномъ увеличеніи) ихъ величина $1'' - \frac{1}{3}''$.

[2]) Замѣчено, что въ годы максимума солнечныхъ пятенъ на Землѣ чаще наблюдаются сѣверныя сіянія и такъ называемыя магнитныя бури, когда магнитная стрѣлка обнаруживаетъ рѣзкія и значительныя колебанія.

Въ сильныя трубы на Солнцѣ замѣчены черныя точки, называемыя *порами* (рис. 79) и являющіяся началомъ образованія пятенъ.

Хромосфера. Вокругъ фотосферы Солнца находится слой чрезвычайно разрѣженной атмосферы, наблюдать которую при обыкновенныхъ условіяхъ почти невозможно вслѣдствіе ослѣпительнаго

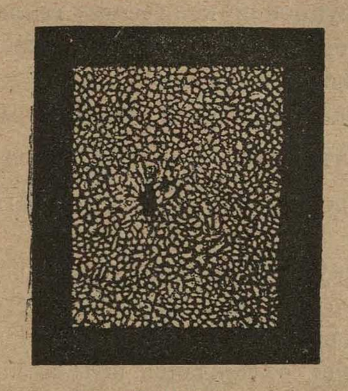


Рис. 79. Грануляціи и поры.

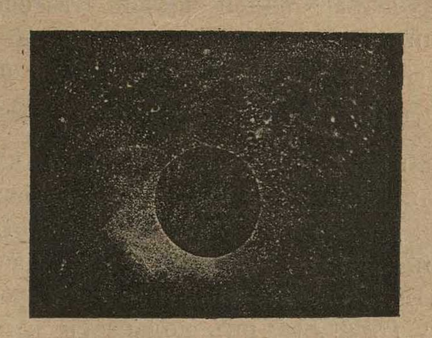


Рис. 80. Солнечная корона во время полнаго затменія 1896 г.

свѣта фотосферы. Зато наблюденіе дѣлается чрезвычайно доступнымъ во время полныхъ солнечныхъ затменій. Лишь только за надвинувшеюся на Солнце Луною скроются послѣднія точки фотосферы, какъ въ то же мгновеніе, среди наступившей темноты, вокругъ чернаго диска тѣни Луны вспыхиваетъ *лучистая корона* (рис. 80), начинающаяся узкимъ ободкомъ краснаго свѣта, — послѣдній называется **хромосферой** и представляетъ собственно атмосферу Солнца; отъ этого ободка идутъ нѣжно-жемчужнаго цвѣта лучи, образующіе самую корону.

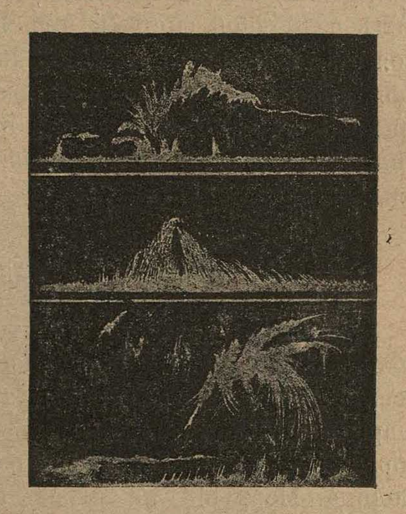


Рис. 81. Различные виды протуберансовъ.

На фонѣ лучистой короны надъ узкимъ слоемъ хромосферы замѣчаются *розовые выступы*, называемые **протуберансами**; форма протуберансовъ бываетъ весьма разнообразна и причудлива (рис. 81): то они имѣютъ видъ столбовъ съ расплывающимися вершинами, то видъ облаковъ, то видъ дыма при вулканическомъ изверженіи... и притомъ форма ихъ очень измѣнчива. Число протуберансовъ на Солнцѣ измѣняется періодически, какъ число пятенъ и факеловъ; періодъ равенъ также 11 годамъ. Спектральный анализъ показалъ, что протуберансы представляютъ собою массы раскаленнаго водорода.

Температура Солнца до сихъ поръ не опредѣлена точно. Изъ того, что на Солнцѣ находятся пары такихъ металловъ, какъ же-

лѣзо, никкель и др., ясно, что температура Солнца равна нѣсколькимъ тысячамъ градусовъ. Большинство ученыхъ, основываясь на рядѣ соображеній, опредѣляютъ вѣроятную теплоту Солнца въ 7000—8000° С.

Запасъ тепла (количество солнечной энергіи) на Солнцѣ колоссаленъ. О немъ приблизительно можно судить по количеству тепла, получаемаго одной Землей. Въ теченіе года Земля получаетъ такое количество тепла, которое могло бы растопить оболочку льда въ 14 *саж.* толщины, если бы такая оболочка покрывала всю поверхность Земли! Между тѣмъ Земля получаетъ лишь $\frac{1}{22.000.000.000}$ (одну двадцати двухъ милліардную) часть всего тепла, излучаемаго Солнцемъ во всѣ стороны пространства.

До сихъ поръ точно неизвѣстно, откуда на Солнцѣ такой запасъ тепла, почему мы не замѣчаемъ его убыли, и на долго ли его хватитъ. Одной изъ наиболѣе вѣроятныхъ гипотезъ считаютъ гипотезу *Гельмгольца:* онъ полагаетъ, что Солнце, охлаждаясь вслѣдствіе лучеиспусканія, сокращается въ объемѣ, и результатомъ этого сокращенія является развитіе новаго количества тепла.

Вращеніе Солнца. Наблюденія надъ солнечными пятнами показали, что они медленно перемѣщаются по поверхности Солнца къ западу, скрываются за краемъ диска, а черезъ нѣкоторое время вновь появляются у восточнаго края. Отсюда ясно, что Солнце вращается вокругъ своей оси (почти перпендикулярной къ плоскости эклиптики) въ направленіи, согласномъ съ общимъ движеніемъ тѣлъ солнечной системы (отъ *W* къ *O*). Замѣчательно, что разные пояса Солнца имѣютъ различные періоды обращенія вокругъ оси: экваторіальный поясъ обращается въ 25 дней, тогда какъ пояса средней широты обращаются въ 27—28 дней; это возможно, очевидно, лишь при томъ условіи, что Солнце представляетъ собой жидкую или полужидкую массу.

§ 61. Меркурій и Венера.

Меркурій наблюдается съ трудомъ, такъ какъ находится всегда вблизи Солнца. Видъ поверхности его почти неизвѣстенъ. Планета всегда обращена къ Солнцу (какъ и Луна) однимъ и тѣмъ же полушаріемъ, что, очевидно, является слѣдствіемъ равенства времени обращенія планеты вокругъ оси и періода обращенія ея вокругъ Солнца. Меркурій не имѣетъ атмосферы, что объясняется нѣкоторыми учеными, какъ слѣдствіе малаго размѣра планеты, вслѣдствіе котораго она, повидимому, не могла удержать газовыя частицы, находящіяся въ постоянномъ движеніи.

Вытянутость орбиты планеты очень значительна, такъ что разстояніе Меркурія отъ Солнца въ различные моменты измѣняется отъ 6 до 9 мил. географич. миль.

О физическихъ свойствахъ планеты извѣстно очень мало данныхъ.

Венера — самая блестящая (яркая) изъ всѣхъ планетъ, что объясняется тѣмъ, что она окутана густой атмосферой, отражающей почти всѣ падающіе на нее солнечные лучи. Поверхность этой планеты, какъ и ея составъ мало изслѣдованы, такъ какъ наблюденію мѣшаютъ густота атмосферы и близость планеты къ Солнцу. Неизвѣстно точно время обращенія этой планеты вокругъ своей оси: одни полагаютъ, что оно равно времени обращенія планеты вокругъ Солнца т.-е. 225 днямъ, другіе же — что время обращенія равно 24 часамъ[1]). О присутствіи плотной атмосферы на Венерѣ судятъ по слѣдующему. Когда Венера имѣетъ видъ серпа (рис. 82), то внутренняя линія его представляетъ постепенно переходъ отъ свѣта къ тѣни, т.-е. на Венерѣ замѣчается явленіе сумерекъ, что возможно лишь при существованіи атмосферы, преломляющей лучи заходящаго Солнца. Далѣе замѣтили, что при покрытіи звѣзды Венерой свѣтъ звѣзды ослабляется постепенно; ясно, что свѣтъ звѣзды поглощается атмосферой, окружающей планету. Судя по спектру свѣта Венеры, заключаютъ, что составъ ея атмосферы мало отличается отъ состава земной (атмосферы).

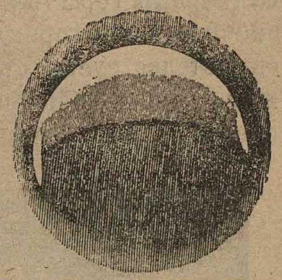


Рис. 82.

§ 62. Луна.

Эта планета хорошо изслѣдована, какъ потому, что она къ намъ ближе всѣхъ другихъ планетъ, такъ и потому, что она, какъ спутникъ Земли, раньше другихъ возбуждала у ученыхъ интересъ.

Поверхность. Такъ какъ Луна обращена къ Землѣ всегда одной и той же стороной поверхности, то намъ знакомо устройство только именно этой стороны; конечно, нѣтъ основаній предполагать, что

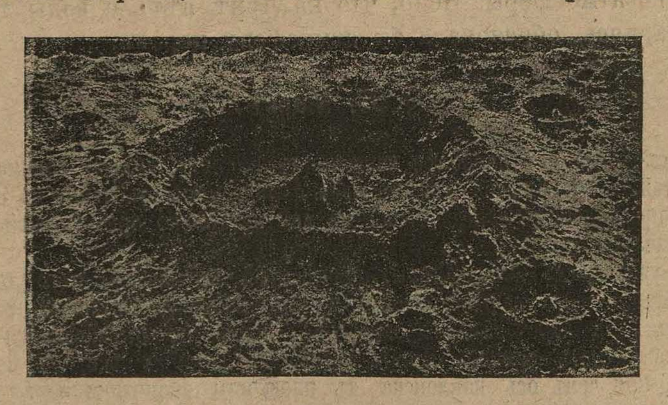


Рис. 83.

устройство поверхности другой стороны существенно отличается отъ видимой нами поверхности. Даже невооруженнымъ глазомъ на Лунѣ видны темныя пятна, называемыя *морями* и представляющіяся въ трубу огромными равнинами. Почти половина видимой поверхности

[1]) Большинство ученыхъ примыкаетъ къ послѣднему мнѣнію.

Луны покрыта различными горными образованіями — горными цѣпями, кратерами, отдѣльными горами... Особенно часто встрѣчаются *кратеры* или *круглыя горы* (рис. 83), называемыя еще *цирками*; они представляютъ собой круглыя котловины, окруженныя круто спускающимися внутрь и пологими снаружи валами. Цирки очень напоминаютъ своимъ видомъ земные вулканы, но отличаются отъ нихъ своими размѣрами: высота вала невелика—до 2-хъ верстъ, не болѣе; поперечникъ же достигаетъ нѣсколькихъ десятковъ верстъ Отдѣльныя горы на Лунѣ встрѣчаются рѣдко; зато очень часты значительныя горныя цѣпи. Описанный видъ лунной поверхности свидѣтельствуетъ съ достаточной вѣроятностью, что Луна пережила періодъ бурной вулканической дѣятельности, которая теперь, очевидно, совершенно прекратилась.

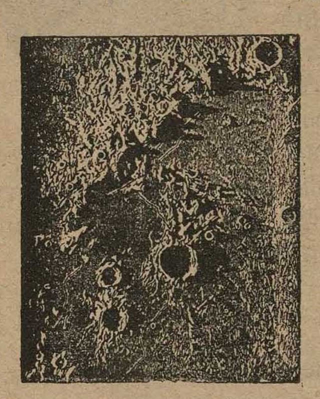


Рис. 84.

Атмосфера. На Лунѣ не наблюдается явленія сумерекъ: освѣщенная часть Луны рѣзкой чертой отдѣляется отъ неосвѣщенной, безъ всякой постепенности въ переходѣ отъ свѣта къ тѣни, какъ то наблюдается у Венеры. При покрытіи звѣзды Луною, первая исчезаетъ отъ глазъ наблюдателя моментально (сравните съ соотвѣтствующимъ явленіемъ у Венеры); если бы она погружалась сначала въ атмосферу, уплотняющуюся по мѣрѣ приближенія къ поверхности, то блескъ ея ослабѣвалъ бы постепенно. Наконецъ, тѣни, отбрасываемыя на Лунѣ горами (рис. 84), совершенно черныя, а не сѣрыя, какъ на Землѣ. Все это убѣждаетъ насъ въ томъ, что Луна не имѣетъ атмосферы. Ясно, что на Лунѣ нѣтъ и воды, такъ какъ она, испаряясь, образовала бы атмосферу паровъ.

§ 63. Марсъ.

Марсъ—одна изъ наиболѣе изученныхъ планетъ, сильно занимающая умы ученыхъ, такъ какъ большое сходство ея въ физическомъ отношеніи съ Землей дало основаніе предположить существованіе на ней не только органической жизни, но и разумныхъ обитателей.

Мы уже знаемъ изъ таблицы, помѣщенной въ началѣ этого отдѣла, что діаметръ Марса вдвое меньше земного, и что плотность его почти равна плотности Земли. На Марсѣ имѣется атмосфера, почти не отличающаяся по химическому составу отъ земной. Марсъ вращается вокругъ оси въ 24 ч. 37 м. 22,6 сек., при чемъ ось наклонена къ плоскости эклиптики подъ угломъ въ 63°, т.-е. почти подъ такимъ же угломъ, какъ и земная ось ($66^1/_2$°). Значитъ, на Марсѣ явленія, зависящія отъ суточнаго вращенія и отъ обращенія вокругъ Солнца, должны мало чѣмъ отличаться отъ таковыхъ же на Землѣ: на Марсѣ должны образоваться тѣ же термическіе пояса, происходить та же смѣна дня и ночи, смѣна временъ года, конечно, болѣе длинныхъ, такъ какъ время обращенія Марса вокругъ Солнца, какъ мы уже знаемъ, равно почти 2 годамъ (точно—688 днямъ). Климатъ Марса долженъ быть болѣе холодный, такъ какъ Марсъ въ $1^1/_2$ раза дальше отъ Солнца, чѣмъ Земля; далѣе, климатъ Марса долженъ быть

мягче и влажнѣй, такъ какъ атмосфера его содержитъ очень большое количество водяныхъ паровъ.

Поверхность Марса легко изучить въ сильно увеличивающія трубы. Съ ихъ помощью на поверхности Марса замѣчаютъ темныя пятна и полосы (рис. 85), разсѣянныя по свѣтлому фону; темныя части называются *морями*, свѣтлыя—*материками*.

На полюсахъ Марса видны бѣлыя пятна, уменьшающіяся въ своихъ размѣрахъ, когда въ соотвѣтствующемъ полушаріи лѣто; очевидно, это—полярные льды, тающіе лѣтомъ. Конечно, утверждать этого съ полной достовѣрностью нельзя, тѣмъ болѣе, что нельзя даже съ увѣренностью утверждать, что пятна, называемыя морями, дѣйствительно представляютъ собой огромные бассейны

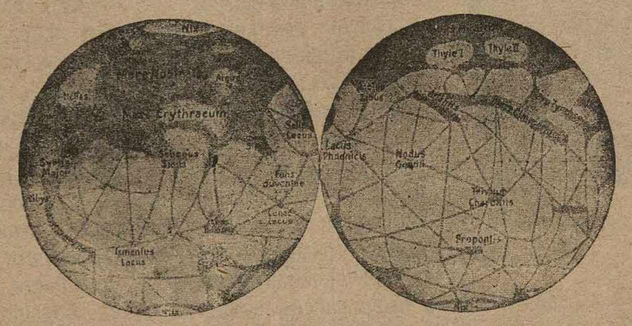


Рис. 85. Карта поверхности Марса: свѣтлыя мѣста—такъ называемые материки, темныя—моря; соединяющія ихъ линіи—каналы.

какой-то жидкости; и притомъ неясно, что это за жидкость. Особенно загадочнымъ является существованіе на Марсѣ такъ называемыхъ **каналовъ**, соединяющихъ между собой моря и покрывающихъ всѣ материки сложной сѣтью [1]).

У Марса два **спутника**, особенно интересныхъ тѣмъ, что время ихъ обращенія около своей планеты чрезвычайно коротко: ближайшій спутникъ—*Фобосъ*—обходитъ Марсъ всего въ 8 часовъ, а болѣе отдаленный—*Деймосъ*—въ 30 часовъ. Очевидно, первый — Фобосъ — перегоняетъ суточный оборотъ планеты и потому восходитъ на западѣ, а заходитъ на востокѣ.

§ 64. Астероиды (малыя планеты).

Они впервые были открыты въ 1801 году; число извѣстныхъ теперь астероидовъ достигаетъ 700; всѣ они широкимъ поясомъ движутся вокругъ Солнца между орбитами Марса и Юпитера. Всѣ они очень малы: наибольшіе изъ нихъ имѣютъ діаметръ въ 300—400 верстъ; у большинства же діаметръ не превышаетъ 40-50 верстъ, такъ что ихъ нельзя наблюдать невооруженнымъ глазомъ. Исходя изъ всего этого, астрономъ *Ольберсъ* сдѣлалъ предположеніе, что астероиды суть осколки одной большой планеты, нѣкогда существовавшей между Марсомъ и Юпитеромъ и разорвавшейся вслѣдствіе какого-либо происшедшаго внутри ея массы переворота. О физическомъ устройствѣ астероидовъ почти ничего неизвѣстно.

§ 65. Юпитеръ.

Это—самая большая изъ планетъ, почти равная по своему блеску Венерѣ. Юпитеръ вращается вокругъ своей оси, о чемъ судятъ по видимымъ на немъ пятнамъ; при этомъ замѣчательно то, что, какъ и у Солнца, у Юпитера узкій экваторіальный поясъ вращается нѣсколько быстрѣй остальной поверхности; на этомъ не кончается сходство Юпитера съ Солнцемъ: вращеніе его около своей

---

[1]) Нѣкоторые полагаютъ, что эти каналы суть произведенія техники разумныхъ обитателей Марса; ясно, что такое предположеніе нельзя считать научной гипотезой.

оси очень быстро, и плотность его почти равна плотности Солнца. Юпитеръ окруженъ атмосферой, что доказывается какъ спектральнымъ анализомъ, такъ и нѣкоторыми другими данными[1]). Внѣшній видъ планеты, наблюдаемый въ сильно увеличивающую трубу, данъ на рис. 86-омъ: на сильно сплюснутомъ дискѣ замѣчается рядъ сѣроватыхъ, иногда красноватыхъ, полосъ, замѣтно измѣняющихъ свои очертанія и по общему виду похожихъ то на слоистыя, то на кучевыя облака; параллельно экватору въ обоихъ полушаріяхъ тянутся бурыя полосы, ширина которыхъ часто значительно измѣняется; особенно характерно для поверхности Юпитера наблюдаемое на немъ *красное пятно*. Такой видъ поверхности Юпитера русскій астрономъ *Бредихинъ* объясняетъ слѣдующимъ: Юпитеръ, повидимому, не успѣлъ еще охладиться; благодаря высокой температурѣ планеты, ея атмосфера чрезвычайно богата парами и газами и потому такъ густа и облачна; слои облаковъ, отражая солнечный свѣтъ, образуютъ бѣлыя полосы, темныя же полосы суть не что иное, какъ части поверхности, видимыя черезъ разрывы облаковъ. На поверхности Юпитера начала уже образовываться корка; часть ея, плавающая въ огненномъ океанѣ, и есть красное пятно. Ось вращенія у Юпитера почти перпендикулярна къ плоскости его орбиты и потому на немъ день долженъ быть равенъ ночи; впрочемъ, большинство астрономовъ полагаетъ, что Юпитеръ свѣтится не только вслѣдствіе отраженія солнечнаго, но и собственнымъ свѣтомъ.

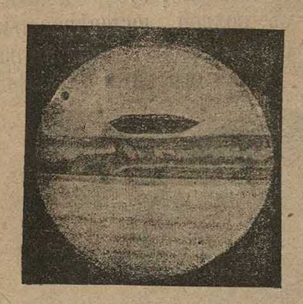


Рис. 86.

Сходство Юпитера съ Солнцемъ наблюдается и въ большомъ количествѣ его спутниковъ: система Юпитера представляетъ собою какъ бы модель солнечной системы. Орбиты спутниковъ почти круговыя; всѣ спутники вращаются вокругъ своихъ осей и, подобно Лунѣ, бываютъ обращены къ планетѣ постоянно одной стороной. У наибольшаго изъ спутниковъ діаметръ равенъ $\frac{1}{2}$ земного діаметра; значитъ, этотъ спутникъ почти въ пять разъ больше Луны.

§ 66. Сатурнъ.

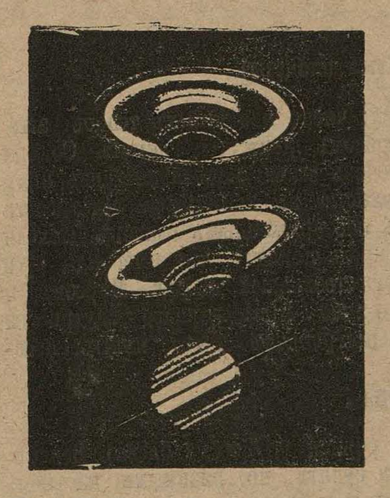


Рис. 87. Видъ Сатурна при различныхъ положеніяхъ плоскости его колецъ относительно Солнца и Земли

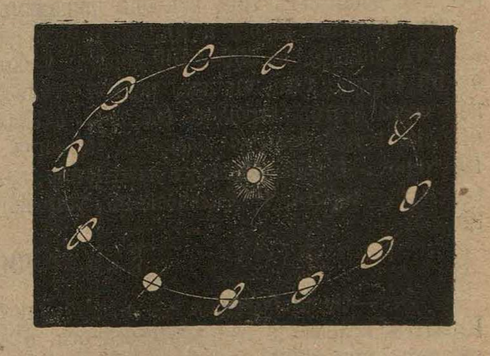


Рис. 88.

[1]) Подобными даннымъ относительно Венеры.

Эта планета (рис. 87) особенно замѣчательна тѣмъ, что она окружена кольцомъ или, вѣрнѣй, кольцами, такъ какъ въ трубу ясно видны темные просвѣты, отдѣляющіе кольца одно отъ другого. Кольца эти очень тонки; они вращаются вокругъ Сатурна. Строеніе колецъ неизвѣстно; изъ того, что внѣшнія точки кольца движутся медленнѣй наружныхъ, что аналогично движенію планетъ около Солнца: чѣмъ дальше планета отъ Солнца, тѣмъ медленнѣй она движется,—заключаютъ, что кольца не представляютъ собой сплошныхъ тѣлъ, а состоятъ изъ скопленія массы мелкихъ планетокъ, вращающихся вокругъ Сатурна, какъ спутники, каждое само по себѣ. На поверхности Сатурна почти ничего не видно. По изрѣдка наблюдаемымъ на планетѣ пятнамъ опредѣляютъ приблизительно время обращенія Сатурна вокругъ оси. Сатурнъ, очевидно, подобно Юпитеру, находится въ расплавленномъ состояніи, о чемъ можно судить хотя бы по тому, что плотность его меньше плотности воды (0,7).

Видъ кольца различенъ въ различные моменты наблюденія (рис. 88) въ зависимости отъ положенія Сатурна на орбитѣ по отношенію къ Солнцу, такъ какъ плоскость кольца постоянно остается параллельной самой себѣ.

Сатурнъ имѣетъ атмосферу, въ которой, судя по спектру, содержатся и такія вещества, которыя не входятъ въ составъ нашего воздуха.

§ 67. Уранъ и Нептунъ.

О физическихъ свойствахъ этихъ планетъ почти ничего неизвѣстно. Онѣ недоступны наблюденію невооруженнымъ глазомъ. Эти планеты, повидимому, какъ Сатурнъ и Юпитеръ, находятся въ расплавленномъ состояніи. Онѣ замѣчательны тѣмъ, что ихъ орбиты почти перпендикулярны къ эклиптикѣ.

Кромѣ того, спутники Урана и Нептуна движутся по направленію, противоположному движенію всѣхъ планетъ и ихъ спутниковъ, т.-е. съ O къ W. О размѣрахъ этихъ планетъ и прочихъ числовыхъ данныхъ намъ извѣстно изъ сравнительной таблицы.

Глава XIV. Кометы и падающія звѣзды.

§ 68. Кометы.

Всѣмъ извѣстно, что отъ времени до времени на небѣ появляются свѣтила чрезвычайно оригинальнаго вида, называемыя *кометами*.

Движеніе кометъ среди звѣздъ часто чрезвычайно быстро. Нѣкоторыя изъ кометъ, называемыя *періодическими*, входятъ въ составъ солнечной системы и обращаются около Солнца по очень растянутымъ эллипсисамъ, такъ что черезъ то или другое число лѣтъ онѣ вновь возвращаются на близкое разстояніе къ Солнцу и становятся видимыми на Землѣ. Къ такимъ періодически черезъ нѣсколько лѣтъ появляющимся кометамъ относятся: комета *Галлея* (она наблюдалась въ 1607, 1682, 1758, 1855, 1910 годахъ)—время ея обращенія 75 лѣтъ,—комета Эйке, Понса и мног. друг. Есть группа кометъ съ очень малымъ (6—8 лѣтъ) періодомъ обращенія [1]). Большая же часть кометъ, называемыхъ *неперіодическими*, движется по

[1]) Большинство періодическихъ кометъ очень не велики, такъ что ихъ можно видѣть только въ телескопъ.

параболамъ (рис. 89)—незамкнутымъ кривымъ; эти кометы приходятъ къ намъ изъ глубины мірового пространства по одной вѣтви параболы, огибаютъ Солнце на сравнительно близкомъ отъ него разстояніи и удаляются *навсегда* по другой вѣтви кривой въ бездну мірового пространства.

Кометы по виду, яркости и величинѣ бываютъ очень различны. Обычно въ кометѣ (рис. 90) различаютъ три части: a) туманную округлую массу, такъ называемую—*голову*, b) свѣтлое уплотненіе

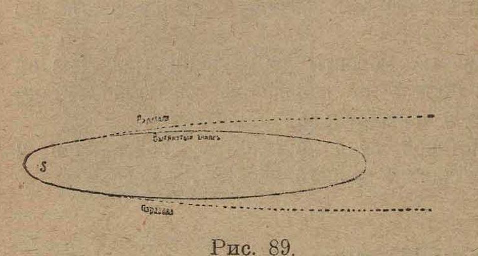


Рис. 89.

Рис. 90.

внутри головы—*ядро* и c) длинный, большей частью пригнутый придатокъ сзади головы—*хвостъ*. Когда комета далеко отъ Солнца, она движется медленно и имѣетъ видъ круглой туманности (рис. 91); по мѣрѣ приближенія ея къ Солнцу скорость движенія увеличивается, появляется хвостъ, все болѣе и болѣе растущій и достигающій обычно наибольшей величины, когда комета находится въ перигеліи [1]); при этомъ хвостъ кометы всегда отклоненъ въ сторону, противоположную Солнцу, т.-е. онъ движется внѣ орбиты, немного отставая отъ ядра. Линейные *размѣры* кометъ часто громадны, достигая до 2-хъ милліоновъ километровъ въ поперечникѣ головы и до 300 мил. километровъ въ длину хвоста. Но даже и такія колоссальныя по величинѣ кометы не оказываютъ замѣтнаго возмущающаго дѣйствія на движеніе планетъ и спутниковъ, вблизи которыхъ онѣ проходятъ. Объясненіе этому не трудно найти въ физическомъ устройствѣ кометъ. Наблюденія надъ кометами привели къ тому заключенію, что не только хвостъ, но и ядро кометъ представляетъ скопленіе легкой прозрачной матеріи; только въ ядрѣ эта матерія очень сгущена. Справедливость этого заключенія подтверждается какъ тѣмъ, что сквозь толщу кометъ, безъ ослабленія въ яркости, просвѣчиваютъ (видны) даже самыя маленькія звѣзды, такъ и видомъ спектра кометъ.

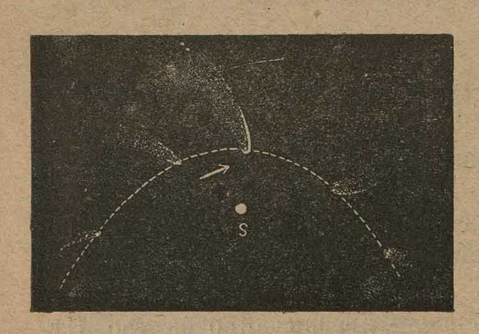


Рис. 91.

[1]) Т.-е. на самомъ близкомъ разстояніи отъ Солнца.

Отсюда слѣдуетъ, что даже при громадномъ объемѣ кометы, вслѣдствіе неизмѣримо малой плотности, имѣютъ очень незначительную массу. Прозрачную матерію, изъ которой состоятъ кометы, нельзя сравнивать даже съ газомъ; она должна состоять изъ не соединенныхъ въ одно тѣло частицъ, раздѣленныхъ пустыми промежутками, иначе говоря, матерія кометъ пылеобразна, вслѣдствіе чего измѣненія въ ихъ наружномъ видѣ происходятъ часто чрезвычайно быстро.

Блескъ кометъ различенъ,—иногда онъ бываетъ такъ силенъ, что нѣкоторыя изъ нихъ могутъ быть видимы простымъ глазомъ даже днемъ. Вообще, яркость кометъ усиливается по мѣрѣ приближенія ихъ къ Солнцу и уменьшается по мѣрѣ удаленія отъ него; отсюда можно заключить, что кометы—тѣла темныя и свѣтятъ отраженнымъ солнечнымъ свѣтомъ. Весьма возможно, что комета, подходя очень близко къ Солнцу, вслѣдствіе развивающагося въ ней отъ этого сильнаго жара, начинаетъ испускать, вмѣстѣ съ отраженнымъ солнечнымъ, и свой собственный свѣтъ.

§ 69. Падающія звѣзды. Аэролиты.

Почти каждую ночь при ясномъ небѣ можно видѣть, какъ вдругъ по небу промелькнетъ свѣтлая точка, оставляя позади себя блестящій слѣдъ, и черезъ нѣсколько мгновеній исчезаетъ; это явленіе обычно называютъ *падающей звѣздой*, или *метеоромъ*; послѣднее названіе является слѣдствіемъ того, что долгое время падающія звѣзды считали *атмосферными явленіями*. Въ дѣйствительности же, метеоры только загораются въ нашей атмосферѣ, идутъ же они къ намъ изъ безконечнаго пространства по такимъ же опредѣленнымъ путямъ, какъ и кометы. Нетрудно понять, почему метеоры, представляющіе собою маленькія *космическія тѣльца*, загораются, попадая въ нашу атмосферу: средняя линейная скорость движенія метеоровъ равна 50 вер. въ 1 секунду; влетая съ такой громадной скоростью въ нашу атмосферу, метеоръ сильно сжимаетъ впереди себя воздухъ и испытываетъ огромное треніе съ боковъ, что и служитъ причиною его нагрѣванія и возгоранія.

Высоту возгоранія нетрудно узнать, опредѣливъ параллаксъ падающей звѣзды, для чего достаточно небольшого, въ нѣсколько десятковъ верстъ разстоянія между наблюдателями.

Оказывается, что въ среднемъ метеоры вспыхиваютъ на высотѣ 120—150 верстъ. Если метеоръ очень малъ, то онъ совершенно сгораетъ, не долетѣвъ до Земли (верстъ 80). Но иногда, вмѣсто свѣтящейся точки (падающей звѣзды), появляется свѣтлый шаръ, быстро движущійся по нѣкоторому направленію, разливая вокругъ себя значительный свѣтъ; затѣмъ этотъ шаръ, не успѣвъ сгорѣть, падаетъ на Землю и съ большимъ трескомъ и шумомъ разрывается. Такіе яркіе, вслѣдствіе своей величины, метеоры носятъ

названіе болидовъ, а получившіеся на Землѣ отъ ихъ разрыва камни называются аэролитами, или **метеоритами**[1]).

Составъ метеоровъ. О составѣ метеоровъ, сгорающихъ до паденія на Землю, мы не знаемъ ничего вполнѣ достовѣрнаго, такъ какъ спектръ ихъ наблюдать очень трудно, благодаря чрезвычайной быстротѣ ихъ сгоранія.

Но судить о составѣ метеоровъ мы все же можемъ по составу метеоритовъ, падающихъ на Землю. Метеориты, по ихъ химическому составу, можно раздѣлить на а) *желѣзистые* и b) *каменистые*; первые состоятъ почти изъ чистаго желѣза съ небольшой примѣсью никкеля и кобальта; вторые содержатъ немного желѣза и много другихъ веществъ—азота, водорода, сѣры, хлора, фосфора, углерода, кальція, кремнія и нѣкоторыхъ друг. Отсюда нетрудно заключить, что въ далекомъ міровомъ пространствѣ матерія состоитъ изъ тѣхъ же веществъ, которыя мы имѣемъ на Землѣ.

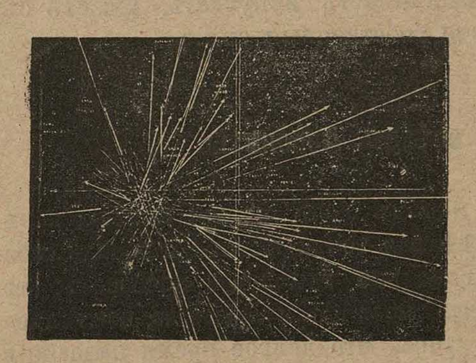


Рис. 92. Пути метеоровъ, продолженные назадъ, всѣ пересѣкаются въ небольшой области неба—площади радіаціи.

Звѣздные дожди. Ежегодно въ опредѣленные дни наблюдается особенно много падающихъ звѣздъ, при чемъ ихъ видимые пути кажутся выходящими по радіусамъ изъ нѣкоторой опредѣленной точки или, вѣрнѣй, небольшой площади неба (рис. 92), называемой **радіантомъ**, или иногда *площадью радіаціи*[2]). Это явленіе называется *дождемъ*, или *потокомъ звѣздъ*, при чемъ каждый такой потокъ получаетъ названіе отъ того созвѣздія, въ которомъ находится его радіантъ. Такъ, потокъ, радіантъ котораго лежитъ въ созвѣздіи Льва, называется *Леонидами* (виденъ 13—14 ноября нов. стиля), съ радіантомъ въ Персеѣ — *Персеидами* (наблюдается 10—12 августа нов. ст.), съ радіантомъ въ Андромедѣ—*Андромедидами* (наблюдается 27 ноября нов. ст.) и т. д.; въ настоящее время извѣстно до 4000 радіантовъ.

Существованіе радіанта есть слѣдствіе перспективы и ясно показываетъ, что *пути падающихъ звѣздъ параллельны между собою*, такъ какъ именно параллельныя линіи кажутся въ перспективѣ сходящимися

---

[1]) Въ 1899 году 28 февр. подъ Юрьевомъ пронесся *болидъ*; онъ упалъ у сѣвернаго берега Финскаго залива у гор. Борно, пробивъ ледъ и погрузившись въ дно моря; финляндскіе ученые достали его отдѣльными кусками (180 кгм.). Интересенъ также аэролитъ, найденный Палласомъ въ XVIII вѣкѣ около Красноярска.

[2]) Такое эффектное зрѣлище въ 1799 году 12 ноября фонъ-Гумбольтъ наблюдалъ въ Америкѣ; по разсказамъ туземцевъ, такой же дождь наблюдался 11 ноября 1766 года; затѣмъ онъ повторился опять 12 ноября въ 1833 году и въ 1866 году.

въ одной точкѣ [1]). Отсюда заключаютъ, что въ міровомъ пространствѣ вокругъ Солнца по всевозможнымъ орбитамъ движутся параллельными рядами рои маленькихъ телецъ (метеоровъ). Если путь, описываемый такимъ роемъ, около Солнца пересѣкается орбитой Земли, и если рой и Земля проходятъ черезъ точку пересѣченія одновременно, то и замѣчается обильное появленіе падающихъ звѣздъ. Ежегодно Земля въ одно и то же время проходитъ сквозь вращающійся около Солнца рой, вслѣдствіе чего звѣздные дожди наблюдаются ежегодно въ одинъ и тотъ же день (сутки).

Связь падающихъ звѣздъ съ кометами. Многіе астрономы, тщательно изслѣдовавъ пути Леонидъ и Персеидъ, установили слѣдующую связь между этими потоками звѣздъ и путями двухъ

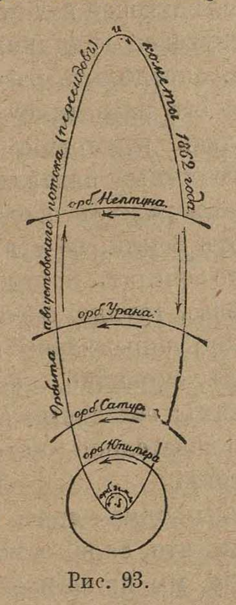


Рис. 93.

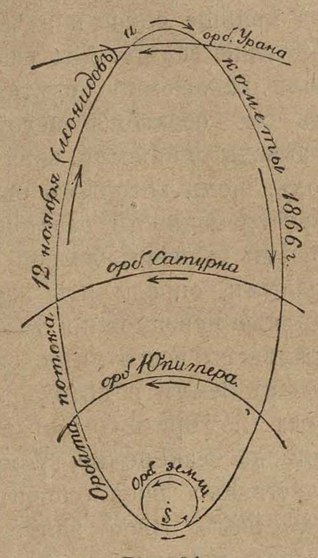


Рис. 94.

періодическихъ кометъ: Персеиды движутся по той же орбитѣ ис. 93), по какой шла комета 1862 года, путь же потока Леонидъ. (рис. 94) совпадаетъ съ орбитой кометы 1866 года. Еще болѣе замѣчательное соотношеніе существуетъ между кометой Біелы и большимъ метеорнымъ потокомъ 27 ноября нов. стил. Эта комета наблюдалась нѣсколько разъ, такъ что былъ установленъ періодъ ея появленія; по вычисленіямъ, ее ожидали 27 ноября 1872 года и 1885 г.; но, вмѣсто нея, въ эти дни наблюдались большіе звѣздные потоки съ радіантомъ въ Андромедѣ; путь Андромедидъ вполнѣ совпадаетъ съ орбитой кометы Біелы. Отсюда заключаютъ, что метеорные потоки являются результатомъ разрушенія кометъ: ядро (кометы), состоящее изъ мало связаннаго вещества, выдѣляетъ подъ дѣйствіемъ Солнца тѣ мелкія части, которыя затѣмъ производятъ явленіе падающихъ звѣздъ. Эти явленія образованія метеоровъ и ихъ движенія особенно детально изслѣдованы и разработаны извѣстнымъ русскимъ астрономомъ Ѳ. А. Бредихинымъ.

[1]) Такъ, рельсы параллельные кажутся намъ, вслѣдствіе перспективы, сходящимися въ одной точкѣ.

§ 70. Звѣзды.

Количество звѣздъ, видимыхъ невооруженнымъ глазомъ, какъ мы знаемъ, сравнительно невелико—около 6000; съ помощью хорошихъ телескоповъ мы видимъ уже нѣсколько милліоновъ звѣздъ. Всѣ онѣ, будучи различны по яркости и цвѣту, представляются намъ въ видѣ точекъ большей, меньшей величины; видимая величина ихъ не увеличивается въ трубу, усиливающую лишь яркость звѣзды. Звѣзды по яркости раздѣляются на классы и называются звѣздами—первой величины, второй и т. д., по мѣрѣ убыванія яркости. Невооруженнымъ глазомъ видны лишь звѣзды первыхъ 6-ти величинъ. Яркость звѣздъ каждой послѣдующей величины въ $2^1/_2$ раза меньше яркости звѣздъ предшествующей величины [1]).

Разстояніе звѣздъ. Мы уже знаемъ, что опредѣлить разстояніе отъ Земли какого-либо свѣтила можно по его параллаксу [2]). Подобнымъ же образомъ нетрудно опредѣлить разстояніе какой-нибудь звѣзды отъ Земли, зная ея (звѣзды) годичный параллаксъ [3]), т.-е. уголъ, подъ которымъ съ звѣзды виденъ радіусъ орбиты. Но благодаря громадности разстояній звѣздъ отъ Земли, по сравненію съ которыми размѣры земной орбиты можно считать почти безконечно малыми, опредѣлить параллаксы звѣздъ трудно, а большей частью прямо невозможно; такъ, до сихъ поръ опредѣлены годичные параллаксы всего лишь около 30 звѣздъ, очевидно, наиболѣе близкихъ къ Землѣ и потому наиболѣе яркихъ; остальныя звѣзды не имѣютъ измѣримаго параллакса и, слѣдовательно, находятся отъ Земли на безконечно громадномъ разстояніи.

Естественно предположить, что звѣзды тѣмъ ярче, чѣмъ ближе къ намъ. Зная далѣе изъ физики, что сила освѣщенія обратно пропорціональна квадрату разстоянія, мы принимаемъ, что и яркость звѣздъ обратно пропорціональна квадрату ихъ разстоянія отъ Земли. Исходя изъ этого положенія, мы можемъ разсчитать, во сколько разъ звѣзды одного класса дальше или ближе звѣздъ другого класса. Въ общемъ же, звѣзды такъ далеки отъ насъ, что свѣтъ при всей громадной скорости идетъ отъ нихъ до Земли *десятки* и *сотни лѣтъ!*

Природа, строеніе и составъ звѣздъ. Изъ сопоставленія яркости звѣздъ съ ихъ разстояніемъ отъ насъ ясно, что звѣзды представляютъ собою большія *самосвѣтящіяся* тѣла, такъ какъ отраженный свѣтъ не дошелъ бы до насъ на такое громадное разстояніе. Такъ, звѣзда *Сиріусъ* находится отъ Земли на разстояніи, почти въ 100.000 разъ большемъ, чѣмъ Сатурнъ; поэтому, если бы Сиріусъ получалъ свѣтъ отъ Солнца, то яркость его, по извѣстному закону физики, была бы въ 100.000^2 разъ, т.-е. въ 10.000 милліоновъ разъ, сла-

---

[1]) Т.-е., говоря иначе, отношеніе яркости каждыхъ двухъ смежныхъ величинъ равна $2^1/_2$.

[2]) См. вып. 28-й, §§ 35 и 3..

[3]) См. вып. 29-й, § 38.

бѣе свѣта Сатурна; очевидно, тогда Сиріуса нельзя было бы увидѣть ни въ какой телескопъ. Если бы, далѣе, само Солнце удалилось отъ насъ на разстояніе, равное разстоянію Сиріуса, то оно казалось бы намъ едва примѣтной точкой; Сиріусъ же является самой яркой звѣздой неба; очевидно, должно допустить, что Сиріусъ гораздо больше Солнца и свѣтитъ собственнымъ свѣтомъ. Ясно, что приведенное разсужденіе относится и ко всѣмъ прочимъ звѣздамъ. Слѣдовательно, остается допустить, что звѣзды суть тѣла, подобныя по своему строенію нашему Солнцу. Много данныхъ для сужденія о природѣ звѣздъ доставляетъ намъ спектральный анализъ ихъ лучей. Мы уже знаемъ изъ курса физики, что спектры звѣздъ суть спектры поглощенія, какъ и спектръ солнечнаго свѣта. Звѣздные спектры дѣлятся на три главныя категоріи, въ зависимости отъ природы звѣздъ.

a) *Бѣлыя* звѣзды даютъ почти совершенно сплошные спектры съ нѣсколькими (фрауенгоферовыми) темными водородными линіями.

b) *Желтыя* звѣзды даютъ въ спектрѣ гораздо больше темныхъ линій поглощенія, многія изъ которыхъ принадлежатъ различнымъ металламъ.

c) *Красныя* звѣзды даютъ спектръ уже не съ темными линіями, а съ темными полосами.

Судя по этимъ тремъ типамъ звѣздныхъ спектровъ, надо установить и три типа звѣздъ: a) *бѣлыя* звѣзды наиболѣе накалены и окружены легкой водородной атмосферой; b) *желтыя* звѣзды уже нѣсколько охлаждены и окружены густой атмосферой, наполненной парами тяжелыхъ металловъ; наконецъ, c) *красныя* звѣзды, еще болѣе охладившіяся, окружены совсѣмъ плотной атмосферой, поглощающей весьма много лучей. Очевидно, наше Солнце относится ко второму типу звѣздъ.

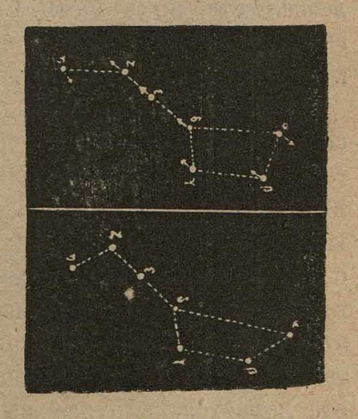


Рис. 95.

Собственныя движенія звѣздъ. Для невооруженнаго глаза перемѣщенія звѣздъ совершенно неуловимы. Точныя изслѣдованія показали, что звѣзды все же перемѣщаются по небесному своду въ различныхъ направленіяхъ. Насколько незначительно движеніе звѣздъ, можно судить по тому, что максимальное перемѣщеніе равно 7″ въ годъ! Годовое перемѣщеніе громаднаго большинства звѣздъ выражается долями секунды. Ясно, что очертанія созвѣздій замѣтно измѣняются только въ теченіе громадныхъ періодовъ. Такъ, на рисункѣ 95-мъ показано, какое незначительное измѣненіе произойдетъ во внѣшнемъ видѣ Большой Медвѣдицы въ теченіе 40.000 лѣтъ отъ собственнаго движенія звѣздъ.

Двойныя звѣзды. Часто тамъ, гдѣ невооруженный глазъ видитъ

одну звѣзду, въ телескопъ видны двѣ или болѣе звѣзды; такія звѣзды называются двойными, тройными или вообще *сложными*. Столь большая близость двухъ звѣздъ, вслѣдствіе которой онѣ сливаются для невооруженнаго глаза въ одну, можетъ быть или a) только *кажущейся*—слѣдствіемъ оптическаго обмана зрѣнія, тогда какъ въ дѣйствительности онѣ, находясь въ одномъ отъ насъ направленіи, отстоятъ другъ отъ друга на большое разстояніе, или b) *дѣйствительной*; во второмъ случаѣ близкія звѣзды составляютъ одну *физически* сложную группу, въ которой одна (или нѣсколько) звѣздъ обращаются около другой, обыкновенно большей звѣзды. Въ настоящее время извѣстно нѣсколько тысячъ двойныхъ и много тройныхъ и вообще сложныхъ звѣздъ. Описанное явленіе сложныхъ звѣздъ важно для науки, какъ свидѣтельство того, что тяготѣніе есть всеобщая міровая сила, не ограничивающая своихъ проявленій предѣлами только солнечной системы.

Перемѣнныя звѣзды, называемыя еще *періодическими*, замѣчательны тѣмъ, что онѣ измѣняютъ свою яркость, при чемъ нѣкоторыя изъ нихъ мѣняютъ свой блескъ въ строго опредѣленной послѣдовательности и черезъ постоянные, точные промежутки времени. Наиболѣе типичной изъ такихъ звѣздъ является звѣзда *Алголь*. Перемѣна въ ея блескѣ объясняется слѣдующимъ: это—не простая звѣзда, а сложная, состоящая изъ двухъ тѣлъ, изъ которыхъ одно—темное; когда это темное тѣло проходитъ между главной яркой звѣздой и нами, мы наблюдаемъ потемнѣніе Алголя; когда темный спутникъ прошелъ мимо, блескъ Алголя опять прежній. Иногда измѣненіе яркости объясняется вращеніемъ звѣзды, если одна сторона ея покрыта темными пятнами. Всѣ подобныя причины, вызывающія измѣненіе яркости звѣздъ съ точнымъ періодомъ, называются *механическими* причинами. Случайныя, неправильныя перемѣны блеска звѣзды объясняются обычно *физическими* причинами, подобными тѣмъ, которыя производятъ пятна на Солнцѣ.

Новыя звѣзды. Иногда на небѣ внезапно появляются звѣзды, сіяютъ въ теченіе нѣкотораго времени и затѣмъ снова исчезаютъ; такія звѣзды называются *новыми*, хотя болѣе правильно называть ихъ *временными*. Эти звѣзды, вспыхнувши, сначала быстро увеличиваются въ своей яркости; затѣмъ блескъ ихъ начинаетъ постепенно ослабѣвать, и черезъ нѣсколько мѣсяцевъ онѣ совершенно исчезаютъ. Чѣмъ объясняется появленіе временныхъ звѣздъ? Вѣроятно, это—уже потухшія звѣзды, покрывшіяся корой, еще не окончательно уплотнившейся; подъ дѣйствіемъ какой-либо причины кора эта лопается, наружу выбрасываются газы, которые, сгорая, производятъ для насъ явленіе звѣзды; когда всѣ вылившіеся на поверхность продукты сгораютъ, звѣзда вновь потухаетъ и исчезаетъ изъ нашихъ взоровъ.

§ 71. Звѣздныя скопленія и туманности.

Звѣздныя скопленія. Выше мы говорили о системахъ, состоящихъ изъ двухъ, трехъ звѣздъ; но на небѣ встрѣчаются еще болѣе сложныя системы—изъ сотенъ и тысячъ звѣздъ, тѣсно сжавшихся въ одну кучу. На рисункахъ 96-мъ и 97-мъ изображены снимки съ звѣздныхъ скопленій въ созвѣздіяхъ Геркулеса и Водолея. Такихъ

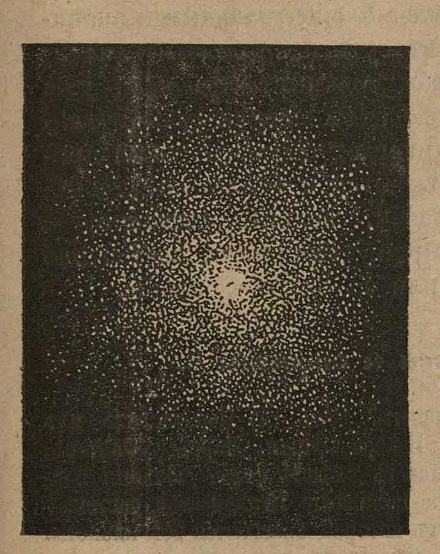


Рис. 96.

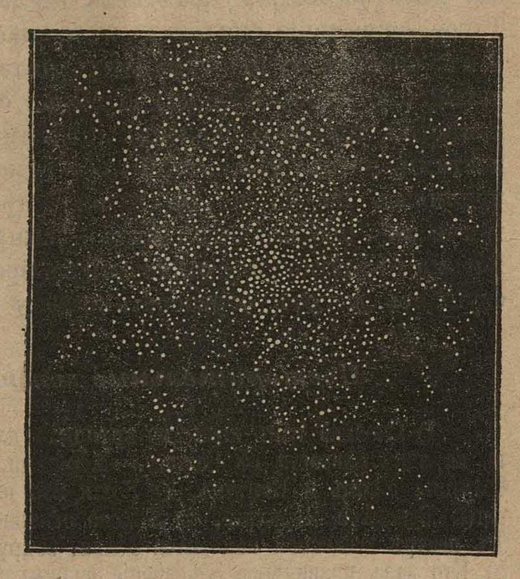


Рис. 97.

звѣздныхъ скопленій на небѣ очень много, то правильнаго шарообразнаго вида, то безформенныхъ. „*Звѣздныя скопленія*“ какъ и слѣдовало

Рис. 98.

Рис. 99.

ожидать, даютъ тотъ же спектръ, что и звѣзды, такъ какъ вѣдь они (скопленія) представляютъ собою совокупность отдѣльныхъ звѣздъ, очень близкихъ другъ къ другу.

Туманныя пятна, или туманности (рис. 98 и 99). Гершель, замѣтившій помощью сильнаго телескопа на небѣ много *туманныхъ* пятенъ, сначала думалъ, что они—тѣ же звѣздныя скопленія, но такія далекія отъ насъ, что отдѣльныя звѣзды, входящія въ ихъ составъ, не могутъ быть видны даже въ самые сильные телескопы. Затѣмъ онъ убѣдился, что эти своеобразныя образованія—*туманныя массы раскаленной газообразной, еще совершенно не уплотненной матеріи.* Такое заключеніе вполнѣ подтверждается и спектральнымъ анализомъ: спектръ лучей туманныхъ пятенъ суть прерывистый линейчатый (см. курсъ физики) спектръ, свойственный, какъ намъ уже извѣстно, только раскаленнымъ газамъ. Свѣтъ, испускаемый туманностями, очень нѣженъ. Формы туманностей бываютъ самыя причудливыя, но въ то же время встрѣчаются и туманности геометрически правильнаго вида — спиралей, колецъ, эллипсисовъ. Весьма вѣроятно, что съ теченіемъ времени туманности, постепенно сгущаясь, могутъ образовать звѣзду или звѣздное скопленіе.

Повторительные вопросы и отвѣты [1]).

1) Сколько вамъ извѣстно крупныхъ планетъ? Семь. 2) Перечислите ихъ въ порядкѣ близости къ Солнцу.—Меркурій, Венера, Земля, Марсъ, Юпитеръ, Сатурнъ, Уранъ и Нептунъ. 3) Какія изъ планетъ имѣютъ фазы? Нижнія планеты: Венера и Меркурій. 4) Каково основное положеніе Птоломеевой системы? Въ центрѣ вселенной находится Земля, вокругъ которой вращаются всѣ планеты. 5) Кто далъ правильное объясненіе видимыхъ понятныхъ движеній планетъ? Коперникъ. 6) Прочтите законы Кеплера о движеніи планетъ.—Первый законъ: всякая планета движется по эллипсису, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится Солнце; второй законъ: радіусъ векторъ планеты описываетъ площади, пропорціональныя временамъ; третій законъ: квадраты временъ обращеній относятся, какъ кубы ихъ среднихъ разстояній. 7) Каково значеніе перваго закона? Достаточно трехъ точно опредѣленныхъ точекъ положенія новой планеты, чтобы опредѣлить ея орбиту. 8) Въ чемъ заключается значеніе второго закона? Помощью его можно предсказать положеніе планеты на будущее время. 9) Слѣдствіемъ чего является круговое движеніе планетъ? Слѣдствіемъ притяженія ихъ Солнцемъ. 10) Какъ выражается соотношеніе между притяженіемъ планетъ къ Солнцу и ихъ разстояніемъ? Формулой: $\frac{f}{f_1} = \frac{r_1^2}{r}$. 11) Чѣмъ подтверждается истинность закона всемірнаго тяготѣнія? Возмущающимъ (отклоняющимъ) вліяніемъ планетъ на движеніе сосѣднихъ планетъ. 12) Какая планета и кѣмъ была открыта на основаніи возмущенія въ движеніи Урана? Планета Нептунъ была открыта астрономомъ Леверье. 13) Напишите формулу, опредѣляющую отношеніе массъ планетъ, если извѣстны разстоянія ихъ отъ своихъ спутниковъ. $\frac{m}{m_1} = \left(\frac{r}{r_1}\right)^3 \cdot \left(\frac{t_1}{t}\right)^2$. 14) Что такое фотосфера? Ослѣпительно свѣтящаяся поверхность Солнца. 15) Какой представляется фотосфера въ сильную зрительную трубу? Зернистою, покрытою гранулами. 16) Какія явленія замѣчаются на фотосферѣ? Факелы и пятна. 17) Какой видъ имѣетъ вполнѣ развившееся пятно? Оно состоитъ изъ темнаго ядра, окруженнаго сѣроватымъ вѣнцомъ полутѣни. 18) Въ какомъ поясѣ Солнца располагаются обычно пятна? Въ экваторіальномъ. 19) Постоянно ли на Солнцѣ находятся пятна? Нѣтъ, такъ какъ пятна появляются періодически. 20) Какъ великъ періодъ? Равенъ 11 годамъ. 21) Что такое хромосфера? Раскаленные газы, окружающіе фотосферу. 22) Что такое протуберансы? Розовые выступы,

[1]) Относятся къ курсу космографіи отъ § 51 предшествующаго выпуска.

причудливой формы, изъ хромосферы. 23) Какъ велика температура Солнца? 7000°—8000° С. 24) Какова характерная особенность вращенія Солнца вокругъ оси? Различные поясы вращаются съ разной быстротой. 25) При какомъ условіи возможно такое явленіе? При условіи жидкаго или полужидкаго состоянія солнечной массы. 26) Какія изъ планетъ имѣютъ по своему строенію сходство съ Землей и какія—съ Солнцемъ? Меркурій, Венера и особенно Марсъ имѣютъ сходство съ Землей, прочія—съ Солнцемъ. 27) Чѣмъ замѣчательны спутники Урана и Нептуна? Тѣмъ, что они движутся по направленію, противоположному движенію всѣхъ планетъ, т.-е. съ *O* къ *W*. 28) На двѣ какія категоріи дѣлятся кометы? Періодическія и неперіодическія. 29) Чѣмъ отличаются однѣ отъ другихъ? Періодическія кометы движутся по эллипсисамъ и потому черезъ большій или меньшій промежутокъ времени бываютъ видны съ Земли; неперіодическія кометы движутся по параболамъ и потому бываютъ видимы съ Земли только разъ, чтобы затѣмъ навсегда исчезнуть. 30) Каково строеніе кометъ? Онѣ состоятъ изъ a) головы, b) ядра и c) хвоста. 31) Что такое аэролитъ? Аэролитами, или метеоритами называютъ камни, падающіе на землю отъ разрыва крупныхъ метеоровъ, называемыхъ болидами. 32) Что такое радіантъ? Та точка неба, изъ которой, какъ намъ кажется, выходятъ пути обильно падающихъ звѣздъ, составляющихъ такъ называемый звѣздный дождь. 33) Каковы въ дѣйствительности пути падающихъ звѣздъ? Параллельны между собою. 34) Какъ объясняютъ существованіе метеоровъ и звѣздныхъ потоковъ? Метеоры есть продуктъ разрушенія кометъ. 35) Чѣмъ объясняется существованіе двойныхъ, тройныхъ... и т. д. звѣздъ? Закономъ всемірнаго тяготѣнія или оптическимъ обманомъ зрѣнія.

Алгебра.

ГЛАВА III.

Непрерывныя дроби.

(Продолжение).

255. Непрерывная періодическая дробь. Какъ и десятичныя дроби, непрерывныя безконечныя дроби бываютъ періодическими, т.-е. такими, у которыхъ частныя повторяются въ одномъ и тотъ же порядкѣ. Если же, кромѣ того, есть нѣсколько, частныхъ, которыя не повторяются, то такая дробь есть смѣшанная періодическая. Такъ, первая изъ нижеслѣдующихъ двухъ непрерывныхъ безконечныхъ дробей есть чистая періодическая, а вторая—смѣшанная періодическая.

$$1)\quad 3+\cfrac{1}{5+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{5+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{5+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{5+\ldots}}}}}}}$$

$$2)\quad 2+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{5+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\ldots}}}}}}}}$$

Какъ мы видѣли выше, всякую *конечную* непрерывную дробь можно обратить въ обыкновенную. Что же касается *безконечной* непрерывной дроби, то элементарная алгебра не даетъ способовъ для обращенія ея въ обыкновенную. Однако, если эта безконечная непрерывная дробь есть періодическая, то обратить ее въ простую дробь или, вѣрнѣе, найти ея точное значеніе возможно. Чтобы показать, какъ это дѣлается, найдемъ точныя значенія двухъ періо-

дическихъ безконечныхъ непрерывныхъ дробей: чистой и смѣшанной.

1) Пусть дана чистая непрерывная дробь:

$$x = 2 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{3 \dots}}}}}$$

Мы видимъ, что здѣсь періодомъ являются частныя 2 и 3.

Такъ какъ со второго періода повторяется та же дробь, то можно написать, что

$$x = 2 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{x}},$$

откуда:

$$x = 2 + \frac{x}{3x+1} = \frac{6x+2+x}{3x+1} = \frac{7x+2}{3x+1};$$

$$x = \frac{7x+2}{3x+1};\ 3x^2 + x = 7x+2;\ 3x^2 - 6x - 2 = 0;$$

$$x^2 = \frac{6 \pm \sqrt{36+24}}{6} = \frac{6+\sqrt{60}}{6} = \frac{6+2\sqrt{15}}{6} = \frac{3+\sqrt{15}}{3}.$$

Итакъ:

$$2 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{3 + \dots}}}}} = \frac{3+\sqrt{15}}{3}.$$

Теперь перейдемъ къ вычисленію смѣшанной періодической дроби.

2) Пусть намъ дана періодическая смѣшанная дробь:

$$x = 2 + \cfrac{1}{4 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{\ + \cfrac{1}{2 + \dots}}}}}}}$$

Мы видимъ, что здѣсь періодъ начинается лишь съ третьяго звена. Предположимъ,

что $y = 3 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \dots}}}}}$

откуда, подобно предыдущему,

$$y=3+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{y}}}.$$

Изъ этого послѣдняго равенства опредѣляемъ y. Итакъ:

$$y=3+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{\cfrac{2y+1}{y}}}=3+\cfrac{1}{1+\cfrac{y}{2y+1}}=3+\frac{2y+1}{3y+1}=\frac{9y+3+2y+1}{3y+1}=$$

$$=\frac{11y+4}{3y+1};$$

$$y=\frac{11y+4}{3y+1};$$

$$3y^2+y=11y+4;$$

$$3y^2-10y-4=0;$$

$$y=\frac{10\pm\sqrt{100+48}}{6}=\frac{10+\sqrt{148}}{6}=\frac{10+2\sqrt{37}}{6}=\frac{5+\sqrt{37}}{3}.$$

$$\text{Но } x=2+\cfrac{1}{4+\cfrac{1}{y}},$$

откуда:

$$x=2+\frac{y}{4y+1}=\frac{8y+2+y}{4y+1}=\frac{9y+2}{4y+1}.$$

Но, какъ мы видѣли выше,

$$y=\frac{5+\sqrt{37}}{3}.$$

Поэтому, подставляя, находимъ:

$$x=\frac{\frac{9(5+\sqrt{37})}{3}+2}{\frac{4(5+\sqrt{37})}{3}+1}=\frac{3(5+\sqrt{37})+2}{\frac{4(5+\sqrt{37})+3}{3}}=\frac{9(5+\sqrt{37})+6}{4(5+\sqrt{37})+3}=$$

$$=\frac{45+9\sqrt{37}+6}{20+4\sqrt{37}+3}=\frac{51+9\sqrt{37}}{23+4\sqrt{37}}=\frac{3\sqrt{37}-159}{529-592}=\frac{3(53-\sqrt{37})}{63}=$$

$$=\frac{53-\sqrt{37}}{21}.$$

256. Вычисленіе нѣкоторыхъ чиселъ помощью непрерывныхъ дробей. Какъ мы видѣли выше, всякая обыкновенная дробь можетъ быть выражена въ видѣ непрерывной. Всякое цѣлое число тоже можетъ быть разсматриваемо, какъ непрерывная дробь, у которой только одно звено. Такимъ образомъ, можно сказать, что всякое раціональное число обращается (или можетъ быть выражено) въ не-

прерывную дробь. Ниже мы увидимъ, что при помощи непрерывныхъ дробей можно производить нѣкоторыя вычисленія и надъ такими выраженіями, которыя не могутъ быть выражены раціональными числами. Именно въ этихъ случаяхъ при помощи непрерывныхъ дробей можно вычислить приближенныя значенія, которыя во многихъ случаяхъ могутъ считаться удовлетворительными рѣшеніями. Кромѣ того, нѣкоторыми свойствами непрерывныхъ дробей пользуются и для нахожденія рѣшеній неопредѣленныхъ уравненій.

Ниже мы покажемъ, какъ при помощи непрерывныхъ дробей производятся: 1) извлеченіе квадратнаго корня, 2) вычисленіе логариѳмовъ, 3) нахожденіе пары рѣшеній неопредѣленнаго уравненія и 4) отысканіе приближеннаго значенія данной дроби (ариѳметической).

257. Извлеченіе квадратнаго корня. Само собой понятно, что здѣсь идетъ рѣчь объ извлеченіи изъ неполныхъ квадратовъ, какъ, напр., $\sqrt{35}$, $\sqrt{50}$ и т. д. Такъ какъ $\sqrt{35}$ не можетъ быть точно выраженъ ни цѣлымъ, ни дробнымъ числомъ, то ясно, что, если это выраженіе представить въ видѣ непрерывной дроби, то оно будетъ безконечной непрерывной дробью. Вычисленіе подобныхъ квадратныхъ корней поэтому иначе называется *развертываніемъ квадратнаго корня въ безконечную непрерывную дробь.*

Какъ производится такое развертываніе (вычисленіе), покажемъ на примѣрахъ.

Пусть, напр., требуется вычислить $\sqrt{11}$. Наибольшій квадратъ, содержащійся въ 11, есть квадратъ трехъ, и въ то же время квадратъ четырехъ, т.-е. 16, больше одиннадцати. Поэтому корень квадратный изъ 11 есть 3 съ нѣкоторою дробью (знаменатель которой есть число несоизмѣримое), которую обозначимъ черезъ $\frac{1}{x}$.

Тогда

$$\sqrt{11} = 3 + \frac{1}{x}.$$

Опредѣляя изъ послѣдняго равенства x, получаемъ:

$$\frac{1}{x} = \sqrt{11} - 3;\quad x = \frac{1}{\sqrt{11} - 3} = \frac{\sqrt{11} + 3}{2}.$$

$$\text{Итакъ, } x = \frac{\sqrt{11} + 3}{2}.$$

Въ числителѣ этой послѣдней дроби получается цѣлое число 6 (ибо $\sqrt{11}$ есть три съ дробью), и еще остается нѣкоторая дробь. Поэтому, если изъ выраженія $\frac{\sqrt{11}+3}{2}$ исключить цѣлыя, то получится 3 плюсъ нѣкоторая дробь, которую обозначимъ черезъ $\frac{1}{y}$. Тогда получаемъ:

$$\frac{\sqrt{11}+3}{2} = 3 + \frac{1}{y}.$$

Откуда

$$\frac{1}{y}=\frac{\sqrt{11}+3}{2}-3=\frac{\sqrt{11}+3-6}{2}=\frac{\sqrt{11}-3}{2},$$

или

$$y=\frac{2}{\sqrt{11}-3}=\frac{2(\sqrt{11}+3)}{2}=\sqrt{11}+3.$$

Нѣсколько выше мы видѣли, что $\sqrt{11}=3+\frac{1}{x}$.
Поэтому

$$y=3+\frac{1}{x}+3=6+\frac{1}{x}.$$

Итакъ, $y=6+\frac{1}{x}$.

Такимъ образомъ у насъ получилось слѣдующее:

$$\sqrt{11}=3+\frac{1}{x};\ x=3+\frac{1}{y};\ y=6+\frac{1}{x}.$$

Слѣдовательно, если будемъ подставлять на мѣсто x и y ихъ значенія, то получимъ: $\sqrt{11}=3+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{6+\cfrac{1}{x}}}$, но, конечно, можно продолжить и дальше, ибо $x=3+\frac{1}{y}$, а, въ свою очередь, $y=6+\frac{1}{x}$. Тогда получимъ:

$$\sqrt{11}=3+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{6+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{6+\cfrac{1}{3+\cfrac{}{6+\ldots}}}}}}\quad \text{и т. д. и т. д.}$$

Такимъ образомъ, получается безконечная непрерывная дробь, въ которой, кромѣ того, знаменатели (3 и 6) повторяются; другими словами, получилась безконечная періодическая непрерывная дробь.

Однако, практическое значеніе развертыванія состоитъ не въ томъ, чтобы изобразить $\sqrt{11}$ въ видѣ непрерывной дроби, но чтобы найти значенія $\sqrt{11}$, конечно, приближенныя, для чего достаточно составить подходящія дроби. Составляемъ ихъ и въ данномъ случаѣ получаемъ: $\frac{3}{1}, \frac{10}{3}, \frac{63}{19}, \frac{199}{60} \ldots$

Если взять третью подходящую дробь, т.-е. $\frac{63}{19}$, вмѣсто точнаго значенія, то предѣлъ погрѣшности будетъ равенъ $\frac{1}{19 \cdot 60}\left(\frac{1}{Q_n \cdot Q_{n+1}}\right)$, т.-е. $\frac{1}{1140}$. Слѣдовательно, ошибка меньше $\frac{1}{1000}$.

Такимъ образомъ: $\left(\text{прибл. съ точн. до } \frac{1}{1000}\right)$ $\sqrt{11}=\frac{63}{19}$ съ не-

достаткомъ, ибо $\frac{63}{19}$ есть подходящая дробь нечетнаго порядка (см. вып. **29**, стр. 222).

Упражненія. 1) Найти точное значеціе дроби

$$1+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\ldots}}}}}$$

2) Найти точное значеніе дроби $1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{3+\ldots}}}}}$

3) Найти $\sqrt{20}$ съ точностью до 0,001.

4) Представить въ видѣ непрерывной дроби $\sqrt{3}$.

5) Вычислить помощью непрерывныхъ дробей выраженіе $\sqrt{7}$.

Рѣшенія. 1) Такъ какъ періодъ начинается съ третьяго звена, то, приравнявъ періодическую дробь $1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2\ldots}}}$, напр., y, можемъ данную дробь изобразить такъ: $x=1+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{y}}$. Такъ какъ $y=1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\ldots}}}$,

то $y=1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{y}}$, откуда $y=1+\frac{y}{2y+1}=\frac{3y+1}{2y+1}$; $y=\frac{3y+1}{2y+1}$; $2y^2+y=$

$=3y+1$; $2y^2-2y-1=0$; $y=\frac{2\pm\sqrt{4+8}}{4}=\frac{2+\sqrt{12}}{4}=\frac{2+2\sqrt{3}}{4}=\frac{1+\sqrt{3}}{2}$.

Итакъ, $y=\frac{1+\sqrt{3}}{2}$. Подставляя, получаемъ: $x=1+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{y}}=1+\frac{y}{3y+1}=$

$=\frac{4y+1}{3y+1}$, или $x=\frac{2(1+\sqrt{3})+1}{\frac{3}{2}(1+\sqrt{3})+1}=\frac{4(1+\sqrt{3})+2}{3(1+\sqrt{3})+2}=\frac{6+4\sqrt{3}}{5+3\sqrt{3}}=$

$=\frac{(6+4\sqrt{3})(5-3\sqrt{3})}{(5+3\sqrt{3})(5-3\sqrt{3})}=\frac{30+20\sqrt{3}-18\sqrt{3}-36}{-2}=\frac{6-2\sqrt{3}}{2}=3-\sqrt{3}$.

2) $x=1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{3}}}}}$. Такъ какъ со второго періода опять повто-

ряется та же дробь, то $x = 1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{x}}}$, откуда $x = 1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{x}{3x+1}} = 1 +$

$+ \frac{3x+1}{6x+2+x} = 1 + \frac{3x+1}{7x+2} = \frac{7x+2+3x+1}{7x+2} = \frac{10x+3}{7x+2}$. Итакъ, $x = \frac{10x+3}{7x+2}$;

$7x^2 + 2x - 10x - 3 = 0$; $7x^2 - 8x - 3 = 0$; $x = \frac{8 \pm \sqrt{64+84}}{14} = \frac{8 + \sqrt{148}}{14} =$

$= \frac{8 + 2\sqrt{37}}{14} = \frac{4 + \sqrt{37}}{7}$; слѣд., $x = \frac{4 + \sqrt{37}}{7}$.

3) Замѣтимъ прежде всего, что $\sqrt{20} = 2\sqrt{5}$. Затѣмъ производимъ вычисленіе: $2\sqrt{5} = 4 + \frac{1}{x}$; $\frac{1}{x} = 2\sqrt{5} - 4 = 2(\sqrt{5} - 2)$; $x = \frac{1}{2(\sqrt{5}-2)} =$

$= \frac{\sqrt{5}+2}{2}$; $x = \frac{\sqrt{5}+2}{2} = 2 + \frac{1}{y}$; $\frac{1}{y} = \frac{\sqrt{5}+2}{2} - 2 = \frac{\sqrt{5}+2-4}{2} =$

$= \frac{\sqrt{5}-2}{2}$; $y = \frac{2}{\sqrt{5}-2}$; $y = 2(\sqrt{5}+2) = 2\sqrt{5} + 4$. Но $2\sqrt{5}$, какъ мы видѣли выше, $= 4 + \frac{1}{x}$. Поэтому $y = 4 + \frac{1}{x} + 4 = 8 + \frac{1}{x}$. Итакъ, мы получили: $x = 2 + \frac{1}{y}$, $y = 8 + \frac{1}{x}$ и $\sqrt{20} = 2\sqrt{5} = 4 + \frac{1}{x}$.

Подставляя величину x, получаемъ: $2\sqrt{5} = 4 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{y}}$ и, наконецъ, подставивъ величину y, получаемъ: $2\sqrt{5} = 4 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{8 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{8 + \dots}}}}$

Составимъ теперь подходящія дроби. Первыя четыре изъ нихъ суть: $\frac{4}{1}, \frac{9}{2}, \frac{76}{17}, \frac{161}{36}$. Если мы возьмемъ, вмѣсто точнаго значенія, четвертую подходящую дробь, т.-е. $\frac{161}{36}$, то ошибка будетъ меньше одной $\frac{1}{36^2}$ и, во всякомъ случаѣ, меньше 0,001. Такимъ образомъ, $\sqrt{20} = \frac{161}{36} = 4\frac{17}{36}$ (съ точностью до 0,001).

4) $\sqrt{3} = 1 + \frac{1}{x}$; $\frac{1}{x} = \sqrt{3} - 1$; $x = \frac{1}{\sqrt{3}-1} = \frac{\sqrt{3}+1}{2} = 1 + \frac{1}{y}$;

$\frac{1}{y} = \frac{\sqrt{3}+1}{2} - 1 = \frac{\sqrt{3}+1-2}{2} = \frac{\sqrt{3}-1}{2}$; $y = \frac{2}{\sqrt{3}-1} = \frac{2(\sqrt{3}+1)}{2} =$

$= \sqrt{3} + 1$. Но $\sqrt{3} = 1 + \frac{1}{x}$; значитъ, $y = \sqrt{3} + 1 = 1 + \frac{1}{x} + 1 = 2 + \frac{1}{x}$.

Итакъ, $\sqrt{3} = 1 + \frac{1}{x}$; $x = 1 + \frac{1}{y}$; $y = 2 + \frac{1}{x}$.

Такимъ образомъ, получаемъ: $\sqrt{3} = 1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \dots}}}}$

5) $\sqrt{7}=2+\frac{1}{x}$; $\frac{1}{x}=\sqrt{7}-2$; $x=\frac{1}{\sqrt{7}-2}=\frac{\sqrt{7}+2}{3}=1+\frac{1}{y}$;

$\frac{1}{y}=\frac{\sqrt{7}+2}{3}-1=\frac{\sqrt{7}+2-3}{3}=\frac{\sqrt{7}-1}{3}$; $y=\frac{3}{\sqrt{7}-1}=\frac{3(\sqrt{7}+1)}{6}=$

$=\frac{\sqrt{7}+1}{2}=1+\frac{1}{z}$; $\frac{1}{z}=\frac{\sqrt{7}+1}{2}-1=\frac{\sqrt{7}+1-2}{2}=\frac{\sqrt{7}-1}{2}$;

$z=\frac{2}{\sqrt{7}-1}=\frac{2(\sqrt{7}+1)}{6}=\frac{\sqrt{7}+1}{3}=1+\frac{1}{t}$; $\frac{1}{t}=\frac{\sqrt{7}+1}{3}-1=$

$=\frac{\sqrt{7}+1-3}{3}=\frac{\sqrt{7}-2}{3}$; $t=\frac{3}{\sqrt{7}-2}=\frac{3(\sqrt{7}+2)}{3}=\sqrt{7}+2$. Но $\sqrt{7}=$ $=2+\frac{1}{x}$; значить, $t=4+\frac{1}{x}$.

Итакъ, мы получили: $\sqrt{7}=2+\frac{1}{x}$; $x=1+\frac{1}{y}$; $y=1+\frac{1}{z}$; $z=1+\frac{1}{t}$, и $t=4+\frac{1}{x}$.

Слѣдовательно, $$\sqrt{7}=2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{4+\cfrac{1}{x}}}}}.$$

Такимъ образомъ, дробь эта равна (2, 1, 1, 1, 4), при чемъ послѣднія четыре частныя періодически повторяются.

258. Вычисленіе логариѳмовъ. Пусть, напр., намъ нужно найти lg 3 при основаніи 10. Изъ существа логариѳмовъ слѣдуетъ, что

$$10^x=3.$$

Такъ какъ $10^0=1$, а $10^1=10$, то ясно, что $x>0$ и $x<1$.

Допустимъ, что онъ равенъ какой-либо дроби $\frac{1}{y}$. Тогда будемъ имѣть: $10^{\frac{1}{y}}=3$ или, возведя обѣ части этого уравненія въ степень y, получимъ

$$10=3^y.$$

Такъ какъ $3^2<10<3^3$, то ясно, что y находится между 2 и 3, т.-е. онъ равенъ 2 плюсъ нѣкоторая дробь, напр., $\frac{1}{z}$; итакъ, $y=2+\frac{1}{z}$. Поэтому пишемъ:

$$10=3^{2+\frac{1}{z}}=3^2.3^{\frac{1}{z}}, \text{ откуда } 3^{\frac{1}{z}}=\frac{10}{3^2}=\frac{10}{9}.$$

Возведя обѣ части равенства $3^{\frac{1}{z}}=\frac{10}{9}$ въ степень z, получимъ:

$$3=\left(\frac{10}{9}\right)^z.$$

Испытаніемъ можно убѣдиться, что $z = 10$. Можемъ на этомъ остановиться. Итакъ, мы видѣли, что $x = \frac{1}{y}$; $y = 2 + \frac{1}{z}$ и, наконецъ, $z = 10$.

Поэтому можемъ написать: $x = \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{10}}$, т.-е. $x = \frac{10}{21} = 0{,}476$.

Получилось приблизительно вѣрное значеніе $lg\,3$ ($lg\,3$ по таблицамъ $= 0{,}47712$).

Другой примѣръ: найти $lg_{10}25$. Пишемъ: $10^x = 25$.

Такъ какъ $10^1 = 10$, а $10^2 = 100$, то $x = 1 + \frac{1}{y}$. Поэтому $10^x = 10^{1 + \frac{1}{y}} = 25$; $10 . 10^{\frac{1}{y}} = 25$; $10^{\frac{1}{y}} = \frac{25}{10} = 2{,}5$; $10 = 2{,}5^y$. Такъ какъ $2{,}5^3 = \frac{125}{8}$, а $2{,}5^2 = \frac{25}{4}$, то $y = 2 + \frac{1}{z}$; $2{,}5^{2 + \frac{1}{z}} = 10$; $\frac{25}{4} . 2{,}5^{\frac{1}{z}} = 10$; $2{,}5^{\frac{1}{z}} = \frac{10 . 4}{25} = \frac{8}{5}$.

Итакъ, $2{,}5^{\frac{1}{z}} = \frac{8}{5}$, или $2{,}5 = \left(\frac{8}{5}\right)^z$. Но такъ какъ $\left(\frac{8}{5}\right)^z = \frac{64}{25} = 2\frac{14}{25}$, то $z = 1 + \frac{1}{t}$. Поэтому $2{,}5 = \left(\frac{8}{5}\right)^{1 + \frac{1}{t}}$; $\frac{8}{5} . \frac{8}{5}^{\frac{1}{t}} = 2{,}5$; $\left(\frac{8}{5}\right)^{\frac{1}{t}} = \frac{2{,}5 . 5}{8} = \frac{12{,}5}{8}$; $\frac{8}{5} = \left(\frac{12{,}5}{8}\right)^t = \left(\frac{125}{80}\right)^t = \left(\frac{25}{16}\right)^t$.

Прекратимъ дальнѣйшія вычисленія и предположимъ, что $t = 1$. Такимъ образомъ, мы получили:

$$x = 1 + \frac{1}{y}, \text{ но } y = 2 + \frac{1}{z}, \text{ а } z = 1 + \frac{1}{t} \text{ и } t = 1.$$

Поэтому

$$x = 1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1}}} = \frac{7}{5} = 1{,}4000,$$

что приблизительно вѣрно, ибо $lg\,25 = 1{,}39794$.

259. Отысканіе пары рѣшеній неопредѣленнаго уравненія. Помощью непрерывныхъ дробей весьма просто рѣшаются неопредѣленныя уравненія. Покажемъ на примѣрѣ, какъ это производится. Пусть имѣемъ неопредѣленное уравненіе

$$7x - 5y = 8.$$

Образуемъ при помощи коэффиціентовъ при неизвѣстныхъ неправильную несократимую дробь, именно $\frac{7}{5}$, которую и обратимъ въ непрерывную способомъ, указаннымъ нами въ предыдущемъ выпускѣ. Итакъ,

$$\frac{7}{5} = 1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{2}}.$$

Возьмемъ предпослѣднюю подходящую дробь, т.-е. $\frac{3}{2}$, и сравнимъ ее съ дробью $\frac{7}{5}$. Такъ какъ $\frac{3}{2}$ есть дробь четнаго порядка, то $\frac{3}{2}-\frac{7}{5}=\frac{1}{2\,.\,5}$, откуда, послѣ приведенія къ одному знаменателю, получаемъ такое равенство:

$$3\,.\,5-7\,.\,2=1.$$

Умноживъ это послѣднее равенство (тожество) на 8, мы получимъ:

$$24\,.\,5-7\,.\,16=8,$$

или это можно написать такъ:

$$7\,.(-16)-5(-24)=8.$$

Не трудно видѣть, что уравненія совершенно одинаковы, если за x принять (-16), а за y принять (-24).

Такимъ образомъ, -16 и -24 суть частныя значенія для x и y. Поэтому мы можемъ составить формулы для всевозможныхъ цѣлыхъ рѣшеній, а именно: $x=-16+5t$, а $y=-24+7t$.

260. Нахожденіе приближеннаго значенія данной ариѳметической дроби. Къ непрерывнымъ дробямъ прибѣгаютъ и тогда, когда хотятъ прямо уяснить значеніе простой ариѳметической дроби, въ тѣхъ случаяхъ, когда и числитель и знаменатель этой дроби суть очень большія числа. Въ этихъ случаяхъ обыкновенно важна не точность, а лишь болѣе или менѣе ясное понятіе о размѣрахъ дроби и ея отношенія къ дробямъ, выраженнымъ меньшими числами, но, очевидно, не сильно отъ нея разнящимися по своей величинѣ. Для этого обращаютъ дробь въ непрерывную и берутъ ея подходящія дроби, первую или вторую, которыя обыкновенно имѣютъ въ числителѣ и знаменателѣ небольшія числа. Такъ, напр., обративъ въ непрерывную дробь $\frac{4573}{2195}$, увидимъ, что она меньше $\frac{23}{11}$ и больше $\frac{25}{12}$, что, конечно, даетъ вполнѣ ясное представленіе объ этой дроби.

Упражненія. 1) Найти $lg2$ при основаніи 10. 2) Найти $lg3$ при основаніи 2. 3) Рѣшить неопредѣленное уравненіе $23x+16y=2$ при помощи непрерывныхъ дробей. 4) Рѣшить неопредѣленное уравненіе $29x+17y=12$ при помощи непрерывныхъ дробей. 5) Найти приближеніе $\frac{648}{385}$ съ точностью до 0,01.

Рѣшенія. 1) $10^x=2$; такъ какъ $10^0=1$ и $10^1=10$, то $x=$ дроби $=$ $=\frac{1}{y}$. Итакъ, $10^{\frac{1}{y}}=2$, откуда $10=2^y$; очевидно, $y=3+\frac{1}{z}$. Поэтому $2^{3+\frac{1}{z}}=$ $=10$, или $8\,.\,2^{\frac{1}{z}}=10$; $2^{\frac{1}{z}}=\frac{10}{8}=\frac{5}{4}$; $2^{\frac{1}{z}}=\frac{5}{4}$; $2=\left(\frac{5}{4}\right)^z$; находимъ, что $3<z<4$, т.-е. $z=3+\frac{1}{t}$. Итакъ, $\left(\frac{5}{4}\right)^{3+\frac{1}{t}}=2$; $\left(\frac{5}{4}\right)^3.\left(\frac{5}{4}\right)^{\frac{1}{t}}=2$; $\left(\frac{5}{4}\right)^{\frac{1}{t}}=2:\frac{125}{64}=$ $=\frac{128}{125}$; $\left(\frac{5}{4}\right)^{\frac{1}{t}}=\frac{128}{125}$; $\frac{5}{4}=\left(\frac{128}{125}\right)^t$. Пробуя послѣдовательно рядъ чиселъ, находимъ, что $t=9$ (приблизительно).

Закончимъ вычисленіе и посмотримъ, что мы получили для x:

$$x=\frac{1}{y}=\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{z}}=\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{t}}}=\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{9}}}=\frac{28}{93}=0,30107.$$

2) $2^x=3$; $2^2=4$ и $2^1=2$; поэтому $x=1+\frac{1}{y}$; $2^{1+\frac{1}{y}}=3$; $2\,.\,2^{\frac{1}{y}}=3$; $2^{\frac{1}{y}}=\frac{3}{2}$; $2=\left(\frac{3}{2}\right)^y$; ясно, что $y=1+\frac{1}{z}$. Поэтому $2=\left(\frac{3}{2}\right)^{1+\frac{1}{z}}$; $2=$ $=\frac{3}{2}\cdot\left(\frac{3}{2}\right)^{\frac{1}{z}}$; $\left(\frac{3}{2}\right)^{\frac{1}{z}}=\frac{2.2}{3}=\frac{4}{3}$; $\frac{3}{2}=\left(\frac{4}{3}\right)^z$; z можетъ быть равенъ только $1+\frac{1}{t}$. Тогда $\frac{3}{2}=\left(\frac{4}{3}\right)^{1+\frac{1}{t}}$; $\left(\frac{4}{3}\right)^{\frac{1}{t}}=\frac{3.3}{2.4}=\frac{9}{8}$; $\frac{4}{3}=\left(\frac{9}{8}\right)^t$.

Прекращаемъ дальнѣйшія вычисленія и полагаемъ, что $t=2$. Итакъ, мы получили: $x=1+\frac{1}{y}$; $y=1+\frac{1}{\ }$; $z=1+\frac{1}{t}$, и $t=2$.

Поэтому: $x=1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2}}}=\frac{\ }{5}=1,6.$

3) Обращаемъ въ непрерывную дробь $\frac{23}{16}$; получаемъ: $1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{3+\cfrac{\ }{1}}}$; при этомъ предпослѣдняя подходящая дробь равна $\frac{10}{7}$, которая есть дробь нечетнаго порядка; поэтому $\frac{23}{16}-\frac{10}{7}=\frac{1}{7.16}$, откуда $23.7-10.16=1$. Умноживъ всѣ члены этого тожества на 2, получаемъ: $23\,.\,14-20\,.\,16=2$, или $23\,.\,14+$ $+16\,(-20)=2$, откуда частное значеніе для $x=+14$, а для $y=-20$ Поэтому $x=14-16\,t$, а $y=-20+23\,t$.

4) $29x+17y=12$; $\frac{29}{17}=1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{2}}}}$. Предпослѣдняя подходящая дробь $=\frac{12}{7}$, и она четнаго порядка; поэтому $\frac{12}{7}-\frac{29}{17}=\frac{1}{7.17}$; $12.17-$ $-29\,.\,7=1$. Умноживъ на 12, получимъ $144\,.\,17-29\,.\,84=12$, или $17\,.\,144+29\,(-84)=12$. Поэтому $x=-84$ и $y=144$, или $x=-84+17\,t$, $y=144-29\,t$. Замѣнивъ t на t_3+5 (мы это имѣемъ право дѣлать, ибо t—число произвольное), получимъ: $x=-84+17\,(t_3+5)=-84+17\,t_3+85=$ $=17\,t_3+1$, и $y=144-29\,(t_3+5)=144-29\,t_3-145=-29t_3-1$.

5) $^{648}/_{385}=1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{6+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2}}}}}}}$. Найдемъ третью и четвертую

подходящихъ дроби. Эти дроби суть: $\frac{5}{3}$ и $\frac{32}{19}$. Изъ нихъ вторая удовлетворяетъ условію; погрѣшность въ данномъ случаѣ меньше $\frac{1}{19^2}$, т.-е. $\frac{1}{361}$, слѣдовательно, и подавно меньше 0,01.

Повторительные вопросы и отвѣты.

1) Какъ изображается въ общемъ видѣ система двухъ уравненій съ двумя неизвѣстными? $ax+by=c$, и $a_1x+b_1y=c_1$. 2) Каковы общія формулы рѣшеній для x и y? $x=\frac{cb_1-c_1b}{ab_1-a_1b}$, а $y=\frac{c_1a-ca_1}{ab_1-a_1b}$. 3) Какія значенія могутъ получиться для x и y, если знаменатель ab_1-a_1b не равенъ нулю? Положительныя, отрицательныя или нулевыя. 4) Когда числители рѣшеній для x и y одновременно или равны нулю, или не равны нулю? Когда знаменатель ab_1-a_1b равенъ нулю. 5) Какъ можно кратко формулировать результаты изслѣдованія системы двухъ уравненій первой степени съ двумя неизвѣстными? Эта система имѣетъ или одно опредѣленное рѣшеніе, или безчисленное число рѣшеній, или же ни одного рѣшенія. 6) Каковъ признакъ неопредѣленности системы? Коэффиціенты при неизвѣстныхъ и свободные члены въ обоихъ уравненіяхъ пропорціональны. 7) Когда уравненія данной системы будутъ несовмѣстны? Когда коэффиціенты при неизвѣстныхъ у нихъ пропорціональны, а свободые члены имъ не пропорціональны. 8) Напишите общую формулу рѣшенія квадратнаго уравненія.— $x=\frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$. 9) Когда оба корня квадратнаго уравненія будутъ равными? Когда $b^2-4ac=0$. 10) Какіе корни получаются при $b^2-4ac<0$? Оба мнимые. 11) Какіе корни получаются при рѣшеніи квадратнаго уравненія вида $ax^2+bx+c=0$, если $a=0$? Одинъ корень равенъ $-\frac{c}{b}$, а другой $=\infty$. 12) Какъ надо понимать рѣшеніе $x=\infty$? Такъ, что абсолютная величина одного изъ корней уравненія $ax^2+bx+c=0$ безконечно увеличивается, если коэффиціентъ a не будучи равенъ 0, тѣмъ не менѣе безконечно приближается къ нулю, становясь меньше какого угодно малаго числа. 13) Что называется неравенствомъ? Два алгебраическія выраженія, соединенныя знаками $>$ или $<$. 14) Какъ раздѣляются неравенства? На неравенства тождественныя и неравенства въ видѣ уравненія. 15) Каковы свойства неравенствъ? Тѣ же свойства, что и у уравненій. 16) Что будетъ съ неравенствомъ, если перемѣнить знаки у всѣхъ его членовъ? Знакъ неравенства получитъ противоположное значеніе, т.-е. знакъ неравенства измѣнится на обратный. 17) Что мы получаемъ при рѣшеніи неравенствъ? Мы получаемъ лишь предѣлъ значенія для неизвѣстнаго, а не опредѣленное значеніе. 18) Какіе случаи могутъ представиться при рѣшеніи двухъ неравенствъ съ однимъ неизвѣстнымъ? Три случая: предѣлы одинаковаго смысла, предѣлы противоположнаго смысла и предѣлы противорѣчиваго свойства. 19) Что слѣдуетъ понимать подъ рѣшеніемъ неопредѣленнаго уравненія? Нахожденіе цѣлыхъ и положительныхъ его рѣшеній (корней). 20) Когда неопредѣленное уравненіе не имѣетъ вовсе цѣлыхъ рѣшеній? Когда коэффиціенты при его неизвѣстныхъ (a и b) имѣютъ какого-либо общаго дѣлителя. 21) Напишите общую формулу рѣшеній неопредѣленнаго уравненія $ax+by=c$, когда одинъ изъ коэффиціентовъ a или b равенъ 1.—Если $a=1$, то $x=c-by$; если $b=1$, то $y=c-ax$. 22) Чему равны неизвѣстныя неопредѣленнаго уравненія вида $ax+by=0$? Каждое неизвѣстное такого уравненія равно произведенію одного и того же произвольнаго числа на коэффиціентъ при другомъ неизвѣстномъ, при чемъ одинъ изъ коэффиціентовъ берется съ обратнымъ знакомъ. 23) Въ чемъ состоитъ общій способъ рѣшенія уравненія $ax+by=c$? Въ томъ, что мы дальше уравненіе приводимъ къ такому, у котораго коэффиціентъ при одномъ изъ неизвѣстныхъ равенъ 1. 24) Укажите соотношеніе между формулами рѣшеній и коэффиціентами неизвѣстныхъ неопредѣленнаго уравненія.—Каждое неизвѣстное равно своему частному значенію плюсъ произведеніе нѣкотораго произвольнаго цѣлаго числа на коэффиціентъ при другомъ неизвѣстномъ; при этомъ одинъ изъ

коэффиціентовъ долженъ имѣть обратный знакъ. 25) Когда неопредѣленное уравненіе имѣетъ безконечное число цѣлыхъ положительныхъ рѣшеній? Когда коэффиціенты при его неизвѣстныхъ имѣютъ противоположные знаки. 26) Сколько цѣлыхъ и положительныхъ рѣшеній имѣетъ неопредѣленное уравненіе, у котораго коэффиціенты при неизвѣстныхъ имѣютъ одинаковые знаки? Или ограниченное число рѣшеній, или ни одного рѣшенія. 27) Какимъ образомъ рѣшается система двухъ уравненій съ тремя неизвѣстными? Уравнивается коэффиціентъ при одномъ изъ неизвѣстныхъ, и оба данныя уравненія складываются или вычитываются другъ изъ друга, и въ суммѣ или разности получится одно уравненіе съ двумя неизвѣстными, которое и рѣшается по общимъ правиламъ; найденныя же рѣшенія для двухъ неизвѣстныхъ подставляются въ одно изъ данныхъ уравненій, и такимъ образомъ опредѣляется третье неизвѣстное. 28) Что называется *соединеніями*? Группировки, составленныя по опредѣленному закону. 29) Какъ называются предметы, изъ коихъ составляются соединенія? *Элементами*. 30) Какъ раздѣляются соединенія? На три вида: *перестановки*, *размѣщенія* и *сочетанія*. 31) Какія соединенія называются перестановками? Такія, которыя различаются только порядкомъ расположенія элементовъ, но не самыми элементами. 32) Какова формула для числа перестановокъ? Число перестановокъ изъ m элементовъ равно произведенію m послѣдовательныхъ чиселъ, начиная съ 1, или $P_m = 1 . 2 . 3 \ldots m$. 33) Что называется размѣщеніями? Такія соединенія, которыя различаются между собой или самыми элементами, или ихъ порядкомъ. 34) Входятъ ли въ каждое размѣщеніе всѣ данные элементы? Нѣтъ, входитъ только опредѣленное число, которое во всякомъ случаѣ меньше всего даннаго числа элементовъ. 35) Чему равно число размѣщеній изъ m элементовъ по n въ каждомъ размѣщеніи? Произведенію n послѣдовательныхъ чиселъ, изъ коихъ самое большое есть m. 36) Какія соединенія называются сочетаніями? Такія, которыя различаются между собой по крайней мѣрѣ однимъ членомъ. 37) Опредѣлите соотношеніе между числомъ размѣщеній, перестановокъ и сочетаній.—Число размѣщеній изъ m элементовъ по n равно числу сочетаній изъ m элементовъ по n, умноженному на число перестановокъ изъ n элементовъ. 38) Напишите формулу для числа сочетаній изъ m элементовъ по n въ каждомъ.— $C_m^n = \frac{m(m-1)(m-2) \ldots [m-(n-1)]}{1 . 2 . 3 \ldots n}$. 39) Напишите формулу, выражающую основное свойство числа сочетаній. $C_m^n = C_m^{m-n}$. 40) Что называется *биномомъ*? Всякій двучленъ. 41) Какъ называется формула, выражающая степень всякаго бинома? Биномъ *Ньютона*. 42) Какъ называется многочленъ, стоящій въ правой части формулы? Разложеніемъ бинома. 43) Сколько членовъ имѣетъ многочленъ разложенія, если степень бинома равна m? Всѣхъ членовъ будетъ $m + 1$, ибо въ немъ содержатся всѣ степени буквы x отъ 0 до m. 44) Что можно сказать о степеняхъ буквъ x и a въ этомъ многочленѣ? Сумма степеней въ каждомъ членѣ равна m, при чемъ степени буквы x убываютъ, а буквы a—возрастаютъ. 45) Какъ можно опредѣлить коэффиціентъ какого-либо члена разложенія? Коэффиціентъ $(n + 1)$-аго члена равенъ числу сочетаній изъ m элементовъ по n. 46) Напишите формулу общаго члена бинома Ньютона всякаго члена разложенія.—Обозначивъ этотъ членъ черезъ T_{n+1}, можемъ написать: $T_{n+1} = C_m^n x^{m-n} a^n$. 47) Какъ найти коэффиціентъ слѣдующаго члена, зная предыдущій членъ? Надо коэффиціентъ предыдущаго члена умножить на показателя буквы x въ этомъ членѣ и раздѣлить на число членовъ, предшествующихъ опредѣляемому. 48) Чѣмъ отличается формула для бинома разности отъ формулы для бинома суммы? Коэффиціенты членовъ четнаго порядка въ формулѣ для разности имѣютъ отрицательные знаки. 49) Что вамъ извѣстно о суммѣ биноміальныхъ коэффиціентовъ? Она равна 2^m, при чемъ сумма биноміальныхъ коэффиціентовъ, стоящихъ на четныхъ мѣстахъ, равна суммѣ коэффиціентовъ, стоящихъ на нечетныхъ мѣстахъ. 50) Какія дроби называются *непрерывными*? Дроби вида $1 + \cfrac{1}{a + \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2 + \cfrac{1}{a_3 \ldots \frac{1}{a_n}}}}}$. 51) Какъ иначе

можно изобразить эту же дробь? ($1, a, a_1, a_2, a_3, \ldots a_n$). 52) Какъ называются числа: $1, \frac{1}{a} \ldots \frac{1}{a_n}$? *Звеньями* непрерывной дроби. 53) Въ какомъ случаѣ дробь будетъ безконечной? Если число звеньевъ безгранично. 54) Какъ обратить непрерывную дробь въ обыкновенную? Достаточно выполнить всѣ указанныя дѣйствія, начиная съ послѣдняго звена. 55) Сколько можетъ быть подходящихъ дробей въ каждой данной непрерывной? Столько, сколько имѣется звеньевъ. 56) Какое существуетъ соотношеніе между подходящими дробями? Числитель $(n+1)$-ой подходящей дроби равенъ числителю n-ой подходящей дроби, умноженному на соотвѣтственное частное плюсъ числитель $(n-1)$ подходящей дроби, а знаменатель $(n+1)$-ой дроби такимъ же способомъ составляется изъ знаменателей n-ой и $(n-1)$-ой дробей. 57) Какія подходящія дроби больше точнаго ея значенія и какія меньше? Подходящія дроби четнаго порядка больше точнаго значенія, а нечетнаго—меньше. 58) Чему равна разность между двумя рядомъ стоящими подходящими дробями? Дроби, у которой числитель равенъ ± 1, а знаменатель—произведенію знаменателей этихъ дробей. 59) Возможно ли сократить подходящую дробь? Нѣтъ. 60) Опредѣлите погрѣшность, если, вмѣсто точнаго значенія непрерывной дроби, взять подходящую дробь $\frac{P_n}{Q_n}$.—Предѣлъ погрѣшности будетъ равенъ каждой изъ дробей: $\frac{1}{Q_n \cdot Q_{n+1}}$, $\frac{1}{Q_n(Q_n+Q_{n-1})}$ и $\frac{1}{Q_n^2}$. 61) Какая непрерывная дробь называется періодической? Та, у которой частныя повторяются въ одномъ и томъ же порядкѣ. 62) Въ какую дробь обращается періодическая непрерывная? Въ ирраціональную. 63) Въ какихъ случаяхъ обращаются къ помощи непрерывныхъ дробей? Для отысканія приближеннаго значенія ариѳметической дроби, для вычисленія квадратнаго корня, для вычисленія логариѳма и для нахожденія пары рѣшеній неопредѣленнаго уравненія.

Статьи, пропущенныя при систематическомъ изложеніи курса [1]).

I. Особенные случаи дѣленія многочленовъ.

При повтореніи курса алгебры главу объ алгебраическомъ дѣленіи слѣдуетъ дополнить нижеслѣдующими параграфами.

46а. Въ началѣ курса алгебры мы указывали (вып. 4) нѣкоторые признаки невозможности дѣленія многочленовъ, но въ самыхъ общихъ чертахъ. Разсмотримъ теперь нѣкоторые особенные случаи дѣленія многочленовъ и убѣдимся въ томъ, что можно вывести въ нѣкоторыхъ случаяхъ вполнѣ опредѣленные признаки дѣлимости (а, слѣдовательно, и недѣлимости) однихъ алгебраическихъ выраженій на другія. Для этого докажемъ слѣдующія теорему и слѣдствіе.

Теорема. *Остатокъ отъ дѣленія многочлена, цѣлаго относительно буквы x и расположеннаго по убывающимъ степенямъ x, на двучленъ $(x-a)$ равенъ этому же многочлену, если подставить въ него вмѣсто x букву a.*

Это означаетъ, что нужно доказать, что, если мы имѣемъ, напр., многочленъ $Ax^m + Bx^{m-1} + Cx^{m-2} + Dx^{m-3} \; . \; . \; . \; . + N$, гдѣ A, B, C и D суть числа цѣлыя, то, раздѣливъ его на $x-a$, мы получимъ многочленъ $Aa^m + Ba^{m-1} + Ca^{m-2} + Da^{m-3} \; . \; . \; . \; . + N$.

Такъ какъ дѣлитель $(x-a)$ содержитъ букву x въ первой степени, то ясно, что дѣленіе можемъ продолжать всякій разъ, какъ въ частномъ будемъ получать остатокъ, первый членъ котораго будетъ содержать букву x, хотя бы въ

---

[1]) Статьи эти обязательно проходятся въ послѣднихъ классахъ ср.-учебныхъ заведеній при повтореніи всего курса.

первой степени. Другими словами, дальнѣйшее дѣленіе станетъ невозможнымъ лишь тогда, когда въ остаткѣ не будетъ вовсе x (т.-е. x будетъ въ нулевой степени). Если мы все наше дѣлимое, т.-е. весь многочленъ $Ax^m + Bx^{m-1} + Cx^{m-2} + Dx^{m-3} \ldots + N$ замѣнимъ для краткости буквой M, цѣлое частное—черезъ P, а остатокъ, не дѣлящійся на $(x-a)$,—черезъ R, то можно будетъ написать такое равенство

$$M = (x-a)P + R,$$

т.-е. дѣлимое равно дѣлителю, умноженному на частное, плюсъ остатокъ. Равенство это есть, какъ это вполнѣ очевидно, тождество, ибо оно вѣрно при всякихъ численныхъ значеніяхъ входящихъ въ него буквъ. Поэтому это равенство останется вѣрнымъ, если мы предположимъ, что $x = a$. Тогда $x - a$ станетъ равнымъ нулю, и произведеніе $(x-a)P$ тоже станетъ равнымъ нулю, остатокъ же R не измѣнится, ибо онъ и не содержалъ буквы x. Такимъ образомъ, если мы и въ этомъ тождествѣ замѣнимъ x на a, то получимъ, что

$$M = R,$$

при чемъ, конечно, M есть многочленъ не относительно x, а относительно a, ибо мы въ тождествѣ замѣнили x на a. Итакъ, замѣняя M полнымъ многочленомъ, получаемъ:

$$Aa^m + Ba^{m-1} + Ca^{m-2} + Da^{m-3} + \ldots + N = R,$$

что и требовалось доказать, ибо R есть остатокъ.

Провѣримъ эту теорему на численныхъ примѣрахъ, а именно раздѣлимъ многочленъ $3x^3 + 5x^2 + 7x + 9$ на двучленъ $x - a$.

Итакъ, производимъ дѣйствіе:

$$\begin{array}{l|l}
3x^3 + 5x^2 + 7x + 9 & x - a \\
\underline{-3x^3 \pm 3x^2a} & \overline{3x^2 + 5x + 3xa + 5a + 3a^2 + 7} \\
5x^2 + 3x^2a + 7x & \\
\underline{-5x^2 \pm 5xa} & \\
3x^2a + 5xa & \\
\underline{-3x^2a \pm 3xa^2} & \\
5xa + 3xa^2 & \\
\underline{-5xa \pm 5a^2} & \\
3xa^2 + 5a^2 & \\
\underline{-3xa^2 \pm 3a^3} & \\
7x + 3a^3 + 5a^2 & \\
\underline{-7x \pm 7a} & \\
\end{array}$$

$3a^3 + 5a^2 + 7a + 9 =$ остатокъ, т.-е., дѣйствительно, мы получили въ остаткѣ многочленъ, который будетъ равенъ многочлену дѣлимаго, если въ немъ x замѣнимъ a.

Слѣдствіе. Вдумавшись старательно въ доказанную выше теорему, не трудно видѣть, что, если остатокъ отъ дѣленія, т.-е. многочленъ $Aa^m + Ba^{m-1} + Ca^{m-2} + Da^{m-3} + \ldots + N$ будетъ равенъ нулю, то дѣленіе возможно нацѣло. Итакъ, мы можемъ сказать, что, *если многочленъ $Ax^m + Bx^{m-1} + Cx^{m-2} + Dx^{m-3} + \ldots + N$, при замѣнѣ въ немъ x на a, обращается въ нуль, то этотъ многочленъ дѣлится на $x - a$.*

Такъ, напр., многочленъ $x^3 - 6x^2 + 11x - 6$ дѣлится на $x - 1$, ибо, если мы замѣнимъ въ этомъ многочленѣ x на 1 (1 есть не что иное, какъ a общей формулы), то получимъ $1^3 - 6.1^2 + 11.1 - 6 = 1 - 6 + 11 - 6 = 0$.

Многочленъ же $2x^3 - x^2 + 3x + 5$ на $x - 1$ не дѣлится, ибо, замѣняя въ немъ x на 1, мы получаемъ: $2.1^3 - 1^2 + 3.1 + 5 = 9$.

Въ самомъ дѣлѣ, въ первомъ случаѣ въ остаткѣ получается нуль и дѣленіе возможно нацѣло, а во второмъ случаѣ такое дѣленіе невозможно, ибо въ остаткѣ получается 9.

При помощи этихъ признаковъ можно узнать также, дѣлится ли данный многочленъ не только на разность двухъ чиселъ, но и на ихъ сумму. Такъ, напр., если намъ нужно опредѣлить, дѣлится ли $4x^3 + x^2 - 20x - 425$ на $x + 5$, то для этого надо предварительно видоизмѣнить дѣлителя такъ, чтобы онъ представлялъ собой не сумму, а разность. Такъ какъ $x + 5 = x - (-5)$, то опредѣлимъ, дѣлится ли нашъ многочленъ на $x - (-5)$, для чего достаточно замѣнить въ многочленѣ x на -5. Тогда получаемъ: $4(-5)^3 + (-5)^2 - 20(-5) - 425 = 4 . -125 + 25 + 20.5 - 425 = -500 + 25 + 100 - 425 = -800$, что означаетъ, что данный многочленъ не дѣлится на $x+5$. Другой же многочленъ, напр., $x^3 + x^2 - x + 95$. на $x + 5$ дѣлится, ибо, если $x + 5 = x-(-5)$, то $(-5)^3+(-5)^2-(-5)+95 = -125 + 25 + 5 + 95 = 0$.

46b. Нѣкоторые признаки дѣлимости двучленовъ. Принимая во вниманіе все вышесказанное, нетрудно вывести нѣкоторые признаки дѣлимости относительно двучленовъ. Такъ какъ разность двухъ равныхъ чиселъ всегда равна нулю, то ясно, что тѣ двучлены разности, которые по замѣнѣ x на a обратятся въ разность равныхъ чиселъ, всегда будутъ дѣлиться на разность тѣхъ же буквъ (x и a). Такъ, $x^5 - a^5$ всегда раздѣлится на $x - a$, ибо, замѣнивъ въ $x^5 - a^5$ букву x буквой a, мы получимъ $a^5 - a^5 = 0$. Точно также $a^7 - b^7$ дѣлится на $a - b$ и т. д., и, вообще, $x^m - a^m$ дѣлится на $x - a$.

Итакъ, мы можемъ сказать, что:

1) *разность одинаковыхъ степеней двухъ чиселъ дѣлится на разность тѣхъ же чиселъ*, и, наоборотъ,

2) *сумма одинаковыхъ степеней двухъ чиселъ не дѣлится на разность тѣхъ же чиселъ*, ибо, замѣняя въ $x^m + a^m$ букву x буквой a, получимъ $a^m + a^m = 2a^m$, а не нуль.

Эти два признака говорятъ о дѣленіи на разность. Выведемъ теперь признаки дѣленія разности и суммы двухъ одинаковыхъ степеней на сумму тѣхъ же чиселъ. Итакъ, разсмотримъ сначала, при какихъ условіяхъ дѣлится на $x + a$ разность одинаковыхъ степеней двухъ чиселъ, т.-е. $x^m - a^m$. Если мы въ дѣлимомъ $x^m - a^m$ замѣнимъ x на $-a$ [ибо $x + a = x - (-a)$], то получимъ $(-a)^m - a^m$. Если число m будетъ четнымъ, то $(-a)^m$ будетъ числомъ положительнымъ, и разность $(-a)^m - a^m$ въ такомъ случаѣ будетъ равна нулю; если же число m будетъ нечетнымъ, то $(-a)^m$ есть число отрицательное, и, слѣдовательно, $(-a)^m - a^m = -2a^m$, т.-е. получится остатокъ, не равный нулю. Итакъ, выводимъ отсюда такихъ два признака:

3) *разность одинаковыхъ четныхъ степеней двухъ чиселъ дѣлится на сумму этихъ же чиселъ*, и

4) *разность одинаковыхъ нечетныхъ степеней двухъ чиселъ не дѣлится на сумму этихъ же чиселъ.*

Теперь разсмотримъ случаи дѣленія суммы одинаковыхъ степеней двухъ чиселъ на сумму тѣхъ же чиселъ. Нетрудно видѣть, что $x^m + a^m$ дѣлится на $x + a$ лишь въ томъ случаѣ, когда $x^m + a^m$, по замѣнѣ въ немъ x на $-a$, будетъ равнымъ нулю. Но $(-a)^m + a^m$ можетъ быть равнымъ нулю лишь въ томъ случаѣ, если $(-a)^m$ есть число отрицательное, а это возможно лишь тогда, когда m число нечетное. Въ томъ же случаѣ, когда m есть число четное, $(-a)^m + a^m$ будетъ равняться $2a^m$. Такимъ образомъ:

5) *сумма одинаковыхъ нечетныхъ степеней двухъ чиселъ дѣлится на сумму тѣхъ же чиселъ*, и

6) *сумма одинаковыхъ четныхъ степеней двухъ чиселъ не дѣлится на сумму тѣхъ же чиселъ.*

46c. Произведя дѣленіе $x^m - a^m$ на $x - a$, нетрудно непосредственно изъ дѣленія видѣть, что въ частномъ получается многочленъ, который содержитъ m членовъ, расположенныхъ по убывающимъ степенямъ буквы x, при чемъ первый

членъ есть x^{m-1}, а послѣднiй: a^{m-1}; въ каждомъ отдѣльномъ членѣ сумма степеней буквъ x и a равна $m-1$; знаки передъ всѣми членами будутъ положительные.

Если мы будемъ дѣлить $x^m - a^m$ на $x+a$, то частное получится такое же, какъ и въ первомъ случаѣ, но знаки передъ членами будутъ чередоваться, начиная съ положительнаго знака. (Конечно, въ данномъ случаѣ предполагается, что m — число четное, ибо только тогда и возможно дѣленiе $x^m - a^m$ на $x+a$).

Точно также при m нечетномъ $x^m + a^m$ при дѣленiи на $x+a$ даетъ такое же частное, какъ и въ случаѣ дѣленiя $x^m - a^m$ на $x+a$ при m четномъ.

II. Рѣшенiе уравненiй первой степени по способу Безу.

Главу объ уравненiяхъ первой степени (см. выпуски 9, 10 и 11) слѣдуетъ дополнить нижеслѣдующими параграфами.

103а. Кромѣ способовъ рѣшенiя системы опредѣленныхъ уравненiй первой степени, которые нами были указаны въ соотвѣтствующихъ мѣстахъ курса (вып. 9 и слѣд.), существуетъ еще одинъ способъ, такъ называемый *способъ введенiя произвольныхъ множителей*, или *способъ Безу*.

Для того, чтобы показать, какъ системы этимъ способомъ рѣшаются, возьмемъ и разсмотримъ сначала систему двухъ уравненiй первой степени. Пусть эта система въ общемъ видѣ есть:

$$ax + by = c$$
$$a_1x + b_1y = c_1.$$

Всѣ члены какого-нибудь одного изъ этихъ уравненiй, напр., второго, умножимъ на какое-нибудь неопредѣленное число, напр., на n. Тогда второе уравненiе приметъ такой видъ:

$$na_1x + nb_1y = nc_1.$$

Сложивъ это уравненiе съ первымъ, получаемъ:

$$+\begin{array}{r} ax + by = c \\ na_1x + nb_1y = nc_1 \\ \hline ax + na_1x + by + nb_1y = c + nc_1. \end{array}$$

Выведя изъ первыхъ двухъ членовъ получившагося уравненiя x, а изъ слѣдующихъ двухъ y, получимъ:

$$x(a + na_1) + y(b + nb_1) = c + nc_1.$$

Выше мы сказали, что n есть число неопредѣленное. Поэтому, вмѣсто него, можно подставить любое число. Изъ получившагося же у насъ уравненiя $x(a + na_1) + y(b + nb_1) = c + nc_1$ мы видимъ, что x можно было бы опредѣлить сразу, если бы число $y(b + nb_1)$ обратилось въ нуль. Для этого достаточно, чтобы $b + nb_1$ обратилось въ нуль.

Въ виду же того, что n—число неопредѣленное, можно подставить такое его значенiе, что $b + nb_1$ обратится въ нуль. Какое, однако, значенiе для n надо взять? Понятно, что n опредѣлится изъ уравненiя

$$b + nb_1 = 0,$$

откуда

$$n = -\frac{b}{b_1}.$$

Итакъ, предположимъ, что $n = -\frac{b}{b_1}$. Тогда, подставляя это значенiе въ послѣднее уравненiе на мѣсто n, получаемъ:

$$x\left[a + \left(-\frac{b}{b_1} \cdot a_1\right)\right] + y[b + (-\frac{b}{b_1} \cdot b_1)] = c + (-\frac{b}{b_1} \cdot c_1)$$

$$x\left(a - \frac{ba_1}{b_1}\right) + y(b - b) = c - \frac{bc_1}{b_1},$$ или, такъ какъ $b - b = 0$,

$$x\left(a - \frac{ba_1}{b_1}\right) = c - \frac{bc_1}{b_1}.$$

Наконецъ, освободившись отъ знаменателей, получаемъ: $x(ab_1 - ba_1) = cb_1 - bc_1$, откуда

$$x = \frac{cb_1 - bc_1}{ab_1 - ba_1}.$$

Если же мы хотимъ опредѣлить y, то для этого нужно обратить въ нуль коэффицiентъ при x, т.-е. $a + a_1 n$, для чего нужно опредѣлить n изъ уравненiя $a + a_1 n = 0$, откуда $n = -\frac{a}{a_1}$. Подставивъ это значенiе въ уравненiе, получаемъ:

$$x[a + (-\frac{a}{a_1} a_1)] + y[b + (-\frac{a}{a_1} b_1)] = c + \left(-\frac{a}{a_1} c_1\right),$$

откуда

$$x(a - a) + y\left(b - \frac{ab_1}{a_1}\right) = c - \frac{ac_1}{a_1},$$ и, наконецъ, такъ какъ $a - a = 0$,

$$y\left(b - \frac{ab_1}{a_1}\right) = c - \frac{ac_1}{a_1},$$ или $y(ba_1 - ab_1) = ca_1 - ac_1$,

откуда

$$y = \frac{ca_1 - ac_1}{ba_1 - ab_1} = \frac{ac_1 - a_1 c}{ab_1 - a_1 b}.$$

Такимъ образомъ способъ Безу даетъ намъ возможность опредѣлить каждое изъ неизвѣстныхъ непосредственно, не опредѣляя другое.

Теперь посмотримъ, какъ по способу Безу рѣшается система трехъ уравненiй съ тремя неизвѣстными. Итакъ, пусть имѣемъ такую систему:

$$\begin{aligned} ax + by + dz &= c \\ a_1x + b_1y + d_1z &= c_1 \\ a_2x + b_2y + d_2z &= c_2. \end{aligned}$$

Въ этомъ случаѣ мы умножаемъ на неопредѣленныхъ множителей члены двухъ какихъ-либо уравненiй изъ данныхъ трехъ, напр., второго и третьяго. Члены второго уравненiя умножимъ на нѣкоторое неопредѣленное число m, а члены третьяго — на неопредѣленное число n. Послѣ такого умноженiя всѣ три уравненiя сложимъ и тогда получимъ:

$$\begin{array}{rl} & ax + by + dz = c \\ + & ma_1x + mb_1y + md_1z = mc_1 \\ & na_2x + nb_2y + nd_2z = nc_2 \\ \hline \end{array}$$

$$ax + ma_1x + na_2x + by + mb_1y + nb_2y + dz + md_1z + nd_2z = c + mc_1 + nc_2.$$

Выведя x, y и z за скобки, получаемъ уравненiе въ слѣдующемъ видѣ: $x(a + ma_1 + na_2) + y(b + mb_1 + nb_2) + z(d + md_1 + nd_2) = c + mc_1 + nc_2$.

Чтобы изъ этого уравненiя можно было опредѣлить x, необходимо, чтобы $(b + mb_1 + nb_2)$ и $(d + md_1 + nd_2)$ были равны нулю. Такимъ образомъ, найдя значенiя для m и n, при которыхъ они обращаютъ выраженiя: $b + mb_1 + nb_2$ и $d + md_1 + nd_2$ въ нуль, мы получимъ, что y и z уничтожатся, и тогда $x = \frac{c + mc_1 + nc_2}{a + ma_1 + na_2}$.

Но, какъ мы только что сказали, прежде всего надо узнать, при какихъ значенiяхъ m и n обращаются въ нуль указанныя выраженiя (коэффицiенты при y и z).

Для того, чтобы узнать это, придется рѣшить слѣдующую систему двухъ уравненiй:

$$b + mb_1 + nb_2 = 0$$
$$d + md_1 + nd_2 = 0.$$

Эту же систему намъ рѣшить весьма нетрудно, такъ какъ выше мы показали, какъ это производится. Замѣтимъ только, что въ этихъ уравненiяхъ неизвѣстными будутъ m и n, и поэтому надо прежде всего перенести извѣстныя величины b и d въ правую часть соотвѣтствующихъ уравненiй. Тогда получаемъ:

$$mb_1 + nb_2 = -b$$
$$md_1 + nd_2 = -d.$$

Здѣсь можно сразу подставить значенiя m и n, пользуясь формулами, которые мы вывели для рѣшенiя системы двухъ уравненiй по способу Безу. Однако, мы будемъ рѣшать, не пользуясь формулами, но самостоятельно примѣняя этотъ способъ. Итакъ, умножимъ всѣ члены одного изъ этихъ двухъ уравненiй на неопредѣленное число p, а затѣмъ сложимъ эти уравненiя. Получаемъ:

$$\begin{array}{l} mb_1 + nb_2 = -b \\ pmd_1 + pnd_2 = -pd \\ \hline mb_1 + pmd_1 + nb_2 + pnd_2 = -b - pd. \end{array}$$

Выводимъ за скобки неизвѣстныя m и n:

$$m(b_1 + pd_1) + n(b_2 + pd_2) = -b - pd.$$

Чтобы можно было опредѣлить одно изъ неизвѣстныхъ, напр., m, достаточно, чтобы коэффицiентъ при другомъ неизвѣстномъ, т.-е. выраженiе $b_2 + pd_2$, обратилось въ нуль. Такъ какъ p есть число неопредѣленное, то можно взять такое его значенiе, чтобы $b_2 + pd_2$ обратилось въ нуль. Найти такое значенiе можно, рѣшивъ уравненiе: $b_2 + pd_2 = 0$, рѣшая которое, находимъ: $p = -\frac{b_2}{d_2}$. Подставивъ это значенiе p въ уравненiе, получимъ:

$$m\left[b_1 + \left(-\frac{b_2}{d_2}\right)d_1\right] + n\left[b_2 + \left(-\frac{b_2}{d_2}\right)d_2\right] = -b - \left(-\frac{b_2}{{}_2d}\right)d,$$

или

$$m\left(b_1 - \frac{b_2d_1}{d_2}\right) + n(b_2 - b_2) = -b + \frac{b_2d}{d_2},$$

или, наконецъ:

$$m(b_1d_2 - b_2d_1) = -bd_2 + b_2d,$$

откуда

$$m = \frac{b_2d - bd_2}{b_1d_2 - b_2d_1}.$$

Для того, чтобы опредѣлить n, положимъ, что коэффицiентъ при m, т.-е. выраженiе $b_1 + pd_1$, равно нулю. Значенiе p, при которомъ это возможно, опредѣляется изъ уравненiя $b_1 + pd_1 = 0$, рѣшивъ которое, находимъ:

$$p = -\frac{b_1}{d_1}.$$

Подставляя это значенiе въ уравненiе, находимъ послѣ преобразованiй:

$$n(b_2d_1 - b_1d_2) = b_1d - bd_1,$$

откуда

$$n = \frac{b_1d - bd_1}{b\,d_1 - b_1d_2} = \frac{bd_1 - b_1d}{b_1d_2 - b_2d_1}.$$

Выше мы видѣли, что $x = \frac{c + mc_1 + nc_2}{a + ma_1 + na_2}$. Поэтому подставимъ теперь въ это равенство вмѣсто m и n ихъ значенія. Тогда получимъ:

$$x = \frac{c + \left(\frac{b_2d - bd_2}{b_1d_2 - b_2d_1}\right)c_1 + \left(\frac{bd_1 - b_1d}{b_1d_2 - b_2d_1}\right)c_2}{a + \left(\frac{b_2d - bd_2}{b_1d_2 - b_2d_1}\right)a_1 + \left(\frac{bd_1 - b_1d}{b_1d_2 - b_2d_1}\right)a_2} =$$

$$= \frac{c(b_1d_2 - b_2d_1) + c_1(b_2d - bd_2) + c_2(bd_1 - b_1d)}{a(b_1d_2 - b_2d_1) + a_1(b_2d - bd_2) + a_2(bd_1 - b_1d)}.$$

Раскрывъ, наконецъ, скобки, получаемъ такое выраженіе для x:

$$x = \frac{cb_1d_2 - cb_2d_1 + c_1b_2d - c_1bd_2 + c_2bd_1 - c_2b_1d}{ab_1d_2 - ab_2d_1 + a_1b_2d - a_1bd_2 + a_2bd_1 - a_2b_1d}.$$

Если же мы хотимъ опредѣлить y или z также непосредственно изъ суммы трехъ уравненій (см. выше), то намъ нужно будетъ подыскать такія значенія для m и n, которыя бы обращали въ нуль коэффиціенты при остальныхъ двухъ неизвѣстныхъ. Такъ, для опредѣленія y нужно, чтобы: $a + ma_1 + na_2 = 0$, и $d + md_1 + nd_2 = 0$. Такимъ образомъ, и здѣсь, какъ и при опредѣленіи x, придется рѣшить относительно m и n систему двухъ уравненій по указанному выше способу, а затѣмъ подставить въ формулу для y, и т. д. и т. д. все то же и въ такой же послѣдовательности, какъ и при нахожденіи x. Тогда получимъ

$$y = \frac{ca_1d_2 - ca_2d_1 + c_1a_2d - c_1ad_2 + c_2ad_1 - c_2a_1d}{ba_1d_2 - ba_2d_1 + b_1a_2d - b_1ad_2 + b_2ad_1 - b_2a_1d}.$$

Точно такъ же находимъ, что

$$z = \frac{ca_1b_2 - ca_2b_1 + c_1a_2b - c_1ab_2 + c_2ab_1 - c_2a_1b}{da_1b_2 - da_2b_1 + d_1a_2b - d_1ab_2 + d_2ab_1 - d_2a_1b}.$$

Тригонометрія.

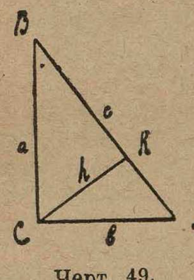
Часть II. Рѣшеніе треугольниковъ.

Глава II. Рѣшеніе прямоугольныхъ треугольниковъ.

(Продолженіе).

§ 49. Особые случаи рѣшенія прямоугольныхъ треугольниковъ.

Часто, вмѣсто сторонъ и угловъ треугольника, даются нѣкоторыя *соотношенія между ними* или другіе элементы треугольника, напр., радіусъ круга вписаннаго, бисектрисса и т. под.; понятно, что тогда рѣшеніе треугольниковъ нѣсколько осложняется, но, въ конечномъ счетѣ, оно приводится къ одному изъ основныхъ простыхъ типовъ. Мы приведемъ нѣсколько примѣровъ такихъ рѣшеній.



Черт. 49.

1) *Дается гипотенуза „c" и перпендикуляръ „h", опущенный на нее изъ вершины прямого угла* (черт. 49).

Треугольникъ „CKB"—прямоугольный; слѣдовательно, въ немъ $CK = CB.SnB$, т. е. $h = aSnB$; изъ $\triangle ABC$ мы имѣемъ, что $a = cCosB$; подставивъ въ первое равенство вмѣсто „a" его значеніе, получимъ:

$$h = c\,Cos\,B\,Sn\,B.$$

Умножая обѣ части равенства на 2, получимъ:

$$2\,h = 2c\,Cos\,B\,Sin\,B,$$

или

$$2\,h = c\;.\;2\,Sin\,B\,Cos\,B,$$

откуда [1])

$$2h = c \cdot Sin\,2B;$$

слѣдовательно,

$$Sin\;2\;B = \frac{2h}{c}.$$

Логариѳмируя эту формулу, опредѣлимъ $2B$, а затѣмъ, раздѣливъ полученную величину на 2, найдемъ величину угла B; дальнѣйшее рѣшеніе есть рѣшеніе простого случая по данному острому углу (B) и гипотенузѣ „c".

---

[1]) По извѣстной формулѣ: $Sin\,2\alpha = 2Sn\alpha\;.\;Cos\alpha$ (см. § 31).

2) *Дается сумма гипотенузы съ однимъ изъ катетовъ:* $c + a = m$ *и одинъ изъ острыхъ угловъ, положимъ,* $\angle A$.

Въ данномъ уравненіи $c + a = m$ — два неизвѣстныхъ; постараемся одно изъ неизвѣстныхъ исключить, для чего достаточно катетъ „a“ выразить черезъ гипотенузу: $a = c\,Cos B$[1]); тогда данное уравненіе приметъ видъ:

$$c + c\,Cos\,B = m,$$

откуда:

$$c\,(1 + Cos\,B) = m,$$

откуда:

$$c = \frac{m}{1 + Cos\,B},$$

откуда [2]):

$$c = \frac{m}{2 Cos^2 \frac{B}{2}}.$$

Найдя „c“, нетрудно ужъ опредѣлить катеты и прочіе элементы треугольника, разъ острые углы извѣстны.

3) *Дается сумма катетовъ* $a + b = m$ *и одинъ изъ острыхъ угловъ, положимъ,* B.

Ясно, что тогда извѣстенъ и другой уголъ ($A = 90^0 - B$). Далѣе, оба катета даннаго равенства $a + b = m$ выразимъ черезъ гипотенузу:

$$a = c\,Sn\,A, \qquad b = c\,Sn\,B;$$

тогда получимъ уравненіе съ однимъ неизвѣстнымъ:

$$c\,Sn\,A + c\,Sn\,B = m,$$

откуда:

$$c(Sn\,A + Sn\,B) = m,$$

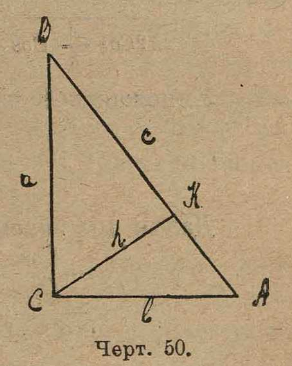
откуда:

$$c = \frac{m}{SnA + Sn\,B} = \frac{m}{2\,Sn\,\frac{A+B}{2}\,Cos\,\frac{A-B}{2}} = \frac{m}{2\,Sn\,\frac{90^0}{2}\,Cos\,\frac{A-B}{2}} =$$

$$= \frac{m}{2Sn45^0 Cos\,\frac{A-B}{2}} = \frac{m}{\frac{2\sqrt{2}}{2}.Cos\,\frac{A-B}{2}} = \frac{m}{\sqrt{2}\,.\,Cos\,\frac{A-B}{2}}.$$

Зная углы и гипотенузу, нетрудно найти и прочіе элементы треугольника.

4) *Дается перпендикуляръ «h», опущенный на гипотенузу изъ вершины прямого угла, и периметръ* $2p$ (черт. 50).



Черт. 50.

Это значитъ, что $a + b + c = 2p$; этотъ случай довольно сложенъ. Мы знаемъ, что отношеніе стороны треугольника къ Sin'у противолежащаго угла есть величина постоянная; значитъ,

$$\frac{a}{SnA} = \frac{b}{SnB} = \frac{c}{SnC},$$

[1]) Уголъ „B“ намъ извѣстенъ, такъ какъ онъ равенъ $90^0 - A$.

[2]) По формулѣ $Cos\,\frac{A}{2} = \sqrt{\frac{1 + CosA}{}}$ (см. § 32).

откуда [1]):

$$\frac{a+b+c}{SnA+SnB+SnC}=\frac{c}{SnC},$$

откуда:

$$\frac{2p}{SnA+SnB+SnC}=\frac{c}{SnC};$$

но такъ какъ сумма синусовъ равна учетверенному произведенію половинъ косинусовъ, то

$$\frac{2p}{4Cos\frac{A}{2}\,Cos\frac{B}{2}\,Cos\frac{C}{2}}=\frac{c}{SnC};$$

но такъ какъ $C=90^\circ$, то

$$\frac{2p}{4Cos\frac{A}{2}\,Cos\frac{B}{2}\,Cos45^0}=\frac{c}{Sn\,90^0},$$

откуда:

$$\frac{p}{2Cos\frac{A}{2}\,Cos\frac{B}{2}\,Cos\,45^0}=c\;.\;.\;.\;.\;(\text{I-ое равенство})$$

Изъ чертежа, далѣе, мы видимъ, что

$$h=aSnB\ (\text{изъ}\ \triangle\,BKC),$$
$$a=cSnA\ (\text{изъ}\ \triangle\,ABC);$$

подставивъ въ первое равенство значеніе „a“ изъ второго, найдемъ

$$h=cSnASnB,$$

откуда:

$$c=\frac{h}{SnA\,SnB}.$$

Подставивъ найденное значеніе „c“ въ равенство I-ое, получимъ:

$$\frac{p}{2Cos\frac{A}{2}\,Cos\frac{B}{2}\,Cos\,45^0}=\frac{h}{SnA\,SnB}.$$

Разлагая на множителей синусы второй части этого равенства по формулѣ: $Sn\alpha=2Sn\frac{\alpha}{2}\,Cos\frac{\alpha}{2}$, получимъ:

$$\frac{p}{2Cos\frac{A}{2}\,Cos\frac{B}{2}\,Cos\,45^\circ}=\frac{h}{2\,Sn\frac{A}{2}\,Cos\frac{A}{2}\,2\,Sn\frac{B}{2}\,Cos\frac{B}{2}}$$

Умножая обѣ части равенства на $2Cos\frac{A}{2}\,Cos\frac{B}{2}$, получимъ:

$$\frac{p}{Cos45^\circ}=\frac{h}{2Sn\frac{A}{2}\,Sn\frac{B}{2}}\;.\;.\;.\;.\;(\text{II-ое равенство})$$

Далѣе мы знаемъ, что

$$Cos\alpha\ Cos\beta+Sn\alpha\ Sn\beta=Cos\,(\alpha-\beta)$$
$$-\ Cos\alpha\ Cos\beta-Sn\alpha\ Sn\beta=Cos\,(\alpha+\beta)$$

Вычтемъ почленно второе равенство изъ перваго.

$$2\,Sn\alpha\ \ Sn\beta=Cos\,(\alpha-\beta)-Cos\,(\alpha+\beta).$$

Подставивъ въ полученную формулу вмѣсто альфы: $\frac{A}{2}$ и вмѣсто беты: $\frac{B}{2}$, получимъ, что:

---

1) По свойству равныхъ отношеній (см. курсъ алгебры).

$$2\,Sn\,\frac{A}{2}\;Sn\,\frac{B}{2}=Cos\left(\frac{A}{2}-\frac{B}{2}\right)-Cos\left(\frac{A}{2}+\frac{B}{2}\right),$$

т.-е. $2\,Sn\,\frac{A}{2}\;Sn\,\frac{B}{2}=Cos\,\frac{A-B}{2}-Cos\,\frac{A+B}{2}=Cos\,\frac{A-B}{2}-Cos\,\frac{90^\circ}{2}=$

$$=Cos\,\frac{A-B}{2}-Cos\,45^\circ.$$

Подставивъ, далѣе, полученное значеніе $2Sn\frac{A}{2}\;Sn\frac{B}{2}$ въ равенство II-ое, найдемъ:

$$\frac{p}{Cos\,45^\circ}=\frac{h}{Cos\,\frac{A-B}{2}-Cos\,45^\circ},$$

откуда:

$$p\left(Cos\,\frac{A-B}{2}-Cos\,45^\circ\right)=hCos\,45^\circ,$$

откуда:

$$p\,Cos\,\frac{A-B}{2}-pCos\,45^\circ=hCos\,45^\circ,$$

откуда:

$$p\,Cos\,\frac{A-B}{2}=hCos\,45^\circ+pCos\,45^\circ,$$

откуда:

$$Cos\,\frac{A-B}{2}=\frac{(h+p)\,.\,Cos\,45^\circ}{p},$$

откуда:

$$\mathbf{Cos}\,\frac{\mathbf{A-B}}{\mathbf{2}}=\frac{\mathbf{h+p}}{\mathbf{p}\cdot\sqrt{\mathbf{2}}}.$$

Такимъ образомъ, мы получили уравненіе съ однимъ неизвѣстнымъ; опредѣливъ $\frac{A-B}{2}$, нетрудно опредѣлить углы и каждый отдѣльно. Такъ, положимъ, что $\frac{A-B}{2}=m$; тогда $A-B=2m$, мы же знаемъ, что $A+B=90^\circ$; получается очень простая и быстро разрѣшимая система двухъ уравненій съ двумя неизвѣстными.

Глава III. Рѣшеніе косоугольныхъ треугольниковъ.

§ 50. Основные случаи рѣшенія косоугольныхъ треугольниковъ.

Намъ еще изъ геометріи извѣстно, что косоугольный треугольникъ вполнѣ опредѣляется путемъ построенія въ слѣдующихъ четырехъ основныхъ случаяхъ: когда даны 1) *сторона и два угла*, 2) *двѣ стороны и уголъ, противолежащій одной изъ нихъ*, 3) *три стороны* и 4) *двѣ стороны и уголъ, составленный ими*. Таковы же и четыре основныхъ типа рѣшенія косоугольныхъ треугольниковъ при помощи тригонометрическихъ формулъ.

1) *Даны два угла „A" и „B" и сторона „a".*

Для вычисленія стороны „b", очевидно, достаточно, на основаніи того, что отношеніе одной стороны къ синусу угла, ей противолежащаго, равно отношенію другой стороны къ синусу угла ей противолежащаго, взять пропорцію:

$$\frac{a}{SnA}=\frac{b}{SnB},$$

откуда:

$$b=\frac{a\,Sn\,B}{Sn\,A}.$$

Зная два угла, нетрудно найти третій, такъ какъ сумма всѣхъ трехъ = 180°. Тогда нетрудно найти и третью сторону изъ пропорціи:

$$\frac{a}{SnA} = \frac{c}{SnC}$$

откуда:

$$c = \frac{aSnC}{SnA}.$$

Рѣшимъ для образца численный примѣръ: $\angle A = 11°48'45''$, $\angle C = 133°42'15''$, и $c = 10{,}2$.

Мы знаемъ, что $\left.\frac{a}{SnA} = \frac{c}{SnC}\right\} a = \frac{cSnA}{SnC}$; логариѳмируемъ это выраженіе:

$$lga = lgc + lgSnA - lgSnC,$$

$$lga = lg\ 10{,}2 + lgSn\,11°48'45'' - lgSn133°42'15'',$$

но

$$Sn\ 133°42'15'' = Sn\ (90° + 43°42'15'') = Cos\ 43°42'15'';$$

слѣдовательно:

$$lga = lg\ 10{,}2 + lgSn11°48'45'' - lgCos43°42'15''$$ [1]).

Чистовая сторона:

$lg\ 10{,}2$	1,00860
$+ lgSn\ 11°48'45''$ . . .	9,31114—10
$- lgCos43°42'15''$ . . .	0,14091
lga	10,46065—10

$$lga = 0{,}46065$$
$$a = 2{,}888.$$

Далѣе, изъ формулы $b = \frac{aSnB}{SnA}$ опредѣлимъ и сторону „b“, причемъ, конечно, предварительно надо найти уголъ B по формулѣ $B = 180° - (A + C)$.

Черновая сторона:

$lgSn\ 11°48'$	9,31068—10
45″ . . . . +	46
$lgSn\ 11°48'45''$ . . .	9,31114—10

60″ . . . . 61 ст.
45″ x

$$x : 61 = 45 : 60$$

$$x = \frac{61 \,.\, 45}{60} = 45{,}75,$$

т.-е. почти 46 стотысячн.

$$lgCos\ 43°42'15'' = 9{,}85909 - 10$$
$$-lgCos43°42'15'' = -(9{,}85909 - 10) =$$
$$= -9{,}85909 + 10 = 0{,}14091.$$

2) *Даны двѣ стороны „a“ и „b“ и уголъ „A“, противолежащій одной изъ нихъ.*

Какъ и въ предшествующей задачѣ, беремъ пропорцію $\frac{a}{SnA} = \frac{b}{SnB}$, изъ которой находимъ, что

$$SnB = \frac{bSnA}{a}.$$

Найдя такимъ образомъ уголъ B, опредѣляемъ третій уголъ C по формулѣ

$$\angle C = 180° - (A + B).$$

[1]) Ясно, что замѣна объясняется тѣмъ, что въ логариѳмической таблицѣ есть только логариѳмы функцій, меньшихъ 90°.

Сторона же „c“ опредѣляется, какъ въ предшествующей задачѣ, помощью пропорціи

$$\frac{c}{SnC}=\frac{a}{SnA},$$

откуда:

$$c=\frac{aSnC}{SnA}.$$

Рѣшимъ для образца численный примѣръ: $b=263{,}09$; $c=215{,}4$ и $\angle B=70°14'42''$.

$$\left.\frac{b}{SnB}=\frac{c}{SnC}\right\}\ SnC=\frac{cSnB}{b};$$

слѣдовательно,

$$lgSnC=lgc+lgSnB-lgb$$
$$lgSnC=lg\,215{,}4+lgSn\,70°14'42''-lg\,263{,}09.$$

Чистовая сторона:	Черновая сторона:
$lg\,215{,}4$ 2,33325	$lgSn\,70°14'$ . . . 9,97363 — 10
$+lgSn\,70°14'42''$ . . 9,97366 — 10	$42''$ . . . + 3
$-lg\,263{,}09$ . . . . 7,57990 — 10	$lgSn\,70°14'42''$ . . 9,97366 — 10.
$lgSnC$ . . . . . . 19,88681 — 20	$lg\,263{,}09=2{,}42010$
$lgSnC$ . . . . . . 9,88681 — 10	$-lg263{,}09=-2{,}42010=-2{,}42010+$
$\angle C=50°24'18''$.	$+10-10=7{,}57990-10$.

Теперь опредѣляемъ третій уголъ:

$$\angle A=180°-(70°14'42''+50°24'18'')=59°21'.$$

Далѣе опредѣляемъ третью сторону:

$$\left.\frac{a}{SnA}=\frac{b}{SnB}\right\}\ \left.a=\frac{bSnA}{Snb}\right\}lga=lgb+lgSnA-lgSnB;$$

слѣдовательно,

$$lga=lg263{,}09+lgSn59°21'-lgSn70°14'42''.$$

Чистовая сторона:	Черновая сторона:
$lg263{,}09$ 2,42010	$lgSn70°14'42''=9{,}97366-10$
$+lgSn59°21'$ . . . . 9,93465 — 10	$-lgSn70°14'42''=-(9{,}97366-10)=$
$-lgSn70°14'42''$ . . 0,02634	$=-9{,}97366+10=0{,}02634$.
lga . . . . 12,38109 — 10	
$lga=2{,}38109$	
$a=240{,}48$.	

3) *Даны три стороны „a“, „b“ и „c“.*

Для вычисленія угловъ достаточно взять формулы (см. § 47, пунктъ 6), связывающія тангенсы[1]) половинъ угловъ со сторонами:

---

[1]) Хотя можно было бы взять и формулы половинъ синусовъ, но слѣдуетъ пользоваться только формулами тангенса, такъ какъ, во-1-хъ, вычисленіе угловъ по тангенсамъ точнѣй всего (см. § 42), и, во-2-хъ, вычисленіе въ рекомендуемомъ способѣ проще, такъ какъ достаточно найти *log* только четырехъ чиселъ $(p-a)$, $(p-b)$, $(p-c)$ и p, пользуясь же формулами *Sin*'овъ надо было бы опредѣлить еще *log*'ы чиселъ a, b и c.

$$Tg\frac{A}{2}=\sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{p(p-a)}},\ Tg\frac{B}{2}=\sqrt{\frac{(p-a)(p-c)}{p(p-b)}},\ Tg\frac{C}{2}=\sqrt{\frac{(p-a)(p-b)}{p(p-c)}},$$

такъ какъ, зная всѣ три стороны, мы знаемъ и периметръ, т.-е. $2p$.

Численный примѣръ: $a=172,5$; $b=1134,7$ и $c=1205,4$.

$$2p=a+b+c=172,5+1134,7+1205,4=2512,6;\ p=\frac{2512,6}{2}=1256,3.$$

$$Tg\frac{A}{2}=\sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{p(p-a)}}=\sqrt{\frac{(1256,3-1134,7)(1256,3-1205,4)}{1256,3\,(1256,3-172,5)}}=$$

$$=\sqrt{\frac{121,6\ .\ 50,9}{1256,3\ .\ 1083,8}}.$$

$$lgTg\frac{A}{2}=\frac{1}{2}lg121,6+\frac{1}{2}lg50,9-\frac{1}{2}lg1256,3-\frac{1}{2}lg1083,8.$$

Чистовая сторона:

$\frac{1}{2}lg121,6$ 1,04246

$\frac{1}{2}lg50,9$ 0,85336

$-\frac{1}{2}lg1256,3$ . . . . 8,45045 — 10

$-\frac{1}{2}lg1083,8$ . . . . 8,48253 — 10

$lgTg\frac{A}{2}$ . . . 18,82880 — 20

$$lgTg\frac{A}{2}=8,82880-10$$

$$\frac{A}{2}=3^\circ51'26''$$

$$A=2\ .\ 3^\circ51'26''=7^\circ42'52''.$$

Черновая сторона:

$lg121,6$ . . . 2,08493 | 2 — 1,04246

$lg50,9$ . . . 1,70672 | 2 — 0,85336

$lg1256,3$ . . 3,09910

$$\frac{1}{2}lg1256,3=1,54955$$

$$-\frac{1}{2}lg1256,3=-1,54955=$$
$$=-1,54955+10-10=$$
$$=8,45045-10.$$

$lg1083,8$ . . . 3,03495 | 2 — 1,51747

$$-\frac{1}{2}lg1083,8=-1,51747=$$
$$=-1,51747+10-10=$$
$$=8,48253-10.$$

Подобнымъ же образомъ найдемъ и остальные углы B и C.

4) *Даны двѣ стороны «a» и «b» и уголъ «C», составленный ими.*

Для рѣшенія этого случая примѣняется формула (см. § 47, пунктъ 4-ый)

$$\frac{a+b}{a-b}=\frac{Tg\frac{A+B}{2}}{Tg\frac{A-B}{2}}.$$

Но

$$A+B=180^\circ-C;$$

значитъ,

$$\frac{A+B}{2}=\frac{180^\circ-C}{2}=90^\circ-\frac{C}{2};$$

такъ какъ

$$\frac{A+B}{2}=90^\circ-\frac{C}{2},$$

то, слѣдовательно,

$$Tg\frac{A+B}{2}=Ctg\frac{C}{2}.$$

Подставивъ полученное значеніе $Tg\,\frac{A+B}{2}$ въ приведенную выше формулу, получимъ:

$$\frac{a+b}{a-b}=\frac{Ctg\,\frac{C}{2}}{Tg\,\frac{A-B}{2}},$$

откуда

$$Tg\,\frac{A-B}{2}=\frac{(a-b)\,Ctg\,\frac{C}{2}}{a+b}.$$

Опредѣливъ $\frac{A-B}{2}$, легко опредѣлить и отдѣльно углы A и B, такъ какъ сумма ихъ извѣстна (она равна $180°-C$). Такъ, пусть $\frac{A-B}{2}=m$, а $\frac{A+B}{2}=k$; тогда $A-B=2m$, и $A+B=2k$; полученная система двухъ уравненій съ двумя неизвѣстными очень легко разрѣшается.

Численный примѣръ: $a=2{,}296$; $b=1{,}687$; $\angle C=29°51'46''$.

$$Tg\,\frac{A-B}{2}=\frac{(a-b)\,Ctg\,\frac{C}{2}}{a+b}$$

$$Tg\,\frac{A-B}{2}=\frac{(2{,}296-1{,}687)\,Ctg\,\frac{29°51'46''}{2}}{2{,}296+1{,}687}=\frac{0{,}609\,Ctg14°55'53''}{3{,}983}$$

$$lgTg\frac{A-B}{2}=lg0{,}609+lgCtg14°55'53''-lg3{,}983.$$

Чистовая сторона:

$lg0{,}609$ . . . . $\bar{1}{,}78462$
$lgCtg14°55'53''$. $0{,}57403$
$-lg3{,}983$ . . . . $9{,}39979-10$

$lgTg\frac{A-B}{2}$ . . $9{,}75844-10$

$\frac{A-B}{2}=29°49'44''$

$A-B=59°39'28''$.

Черновая сторона:

$lg3{,}983=0{,}60021$
$-lg3{,}983=-0{,}60021=$
$=-0{,}60021+10-10=$
$=9{,}39979-10.$

$$A+B=180°-C=180°-29°51'46''=150°8'14''.$$

Итакъ:

$$\begin{array}{r} A-B=\;\;59°39'28'' \\ +\;A+B=150°\;\;8'14'' \\ \hline 2A\;=209°47'42'' \\ A\;=104°53'51''. \end{array}$$

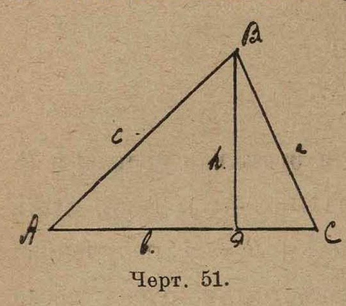
Теперь нетрудно найти и уголъ B; а именно, $B=150°8'14''-104°53'51''=45°14'23''$.

Третью сторону «c» находимъ изъ пропорціи:

$$\frac{c}{SnC}=\frac{a}{SnA},\text{ откуда: } c=\frac{aSnC}{SnA}.$$

§ 51. Формулы площадей треугольниковъ.

1) Пусть въ треугольникѣ «ABC» (черт. 51) высота $BD = h$; по извѣстной изъ геометріи формулѣ



Черт. 51.

$$\text{площадь } \triangle ABC = \frac{BD \cdot AC}{2} = \frac{bh}{2},$$

но $h = a \, Sin \, C$ (изъ $\triangle DBC$); подставивъ это значеніе «h» въ приведенную выше формулу, найдемъ, что

$$\text{площадь } \triangle ABC = \frac{ab \cdot SinC}{2},$$

т.-е. *площадь всякаго треугольника равна половинѣ произведенія двухъ его сторонъ на синусъ угла, составленнаго этими сторонами.*

Такова основная формула площади треугольника, опредѣляемой по двумъ его сторонамъ и углу между ними.

2) Взявъ формулу $\triangle = \frac{bcSnA}{2}$ и подставивъ въ нее вмѣсто «b» и «c» ихъ выраженія черезъ «a», найденныя изъ пропорцій:

$$\frac{b}{SnB} = \frac{a}{SnA}, \text{ откуда } b = \frac{aSnB}{SnA},$$

и

$$\frac{c}{SnC} = \frac{a}{SnA}, \text{ откуда } c = \frac{aSnC}{SnA},$$

получимъ, что

$$\text{площадь } \triangle ABC = \frac{\frac{aSnB}{SnA} \cdot \frac{aSnC}{SnA} \cdot SnA}{2} = \frac{a^2SnB\,SnC}{2SnA},$$

т.-е. *площадь треугольника равна произведенію квадрата одной стороны на синусы угловъ, къ ней прилежащихъ, дѣленному на удвоенный синусъ угла, противолежащаго этой сторонѣ.*

Къ этой формулѣ прибѣгаютъ, очевидно, тогда, когда дана только одна сторона и два угла.

§ 52. Особые случаи рѣшенія косоугольныхъ треугольниковъ.

Кромѣ разсмотрѣнныхъ выше основныхъ случаевъ рѣшенія косоугольныхъ треугольниковъ, на практикѣ встрѣчается еще масса разнообразныхъ болѣе сложныхъ случаевъ; мы приведемъ изъ нихъ только нѣсколько наиболѣе характерныхъ и часто встрѣчаемыхъ (расположивъ ихъ въ порядкѣ увеличивающейся трудности рѣшенія).

1) *Даны два угла A и B и радіусъ R описаннаго круга.*

Мы знаемъ, что отношеніе стороны къ синусу противолежащаго угла есть величина постоянная, равная діаметру описаннаго круга, т.-е.

$$\frac{a}{SnA} = \frac{b}{SnB} = \frac{c}{SnC} = 2R,$$

откуда имѣемъ, что

$$a = 2RSnA,\ b = 2RSnB,\ \text{и}\ c = 2RSnC.$$

Опредѣливъ стороны треугольника, по формулѣ $\frac{abSnC}{2}$ опредѣляемъ и площадь треугольника.

2) *Даны два угла A и B и площадь «S» треугольника.*

Изъ предшествующаго параграфа мы знаемъ, что

$$\text{площадь } S = \frac{a^2 SnB SnC}{2SnA},$$

откуда

$$a = \sqrt{\frac{2S \,.\, SnA}{SnB\, SnC}}.$$

Точно также найдемъ и другія стороны треугольника, опредѣливъ предварительно третій уголъ по формулѣ $c = 180° - (A+B)$ [1].

3) *Даны два угла A и B и сумма двухъ сторонъ: $a + b = n$.*

Мы знаемъ, что

$$\frac{a+b}{a-b} = \frac{Tg\frac{A+B}{2}}{Tg\frac{A-B}{2}},$$

откуда

$$a - b = \frac{(a+b)Tg\frac{A-B}{2}}{Tg\frac{A+B}{2}}.$$

Опредѣливъ такимъ образомъ разность сторонъ $a - b$ и зная притомъ ихъ сумму, легко найдемъ стороны a и b; третью сторону c опредѣлимъ изъ пропорціи $\frac{c}{SnC} = \frac{a}{SnA}$, откуда $c = \frac{aSnC}{SnA}$.

4) *Даны два угла A и B и периметръ 2p.*

Опредѣливъ третій уголъ C, напишемъ рядъ равныхъ отношеній:

$$\frac{a}{SnA} = \frac{b}{SnB} = \frac{c}{SnC},$$

откуда, по свойству равныхъ отношеній, имѣемъ:

$$\frac{a+b+c}{SnA + SnB + SnC} = \frac{a}{SnA};$$

но мы знаемъ, что

$$a + b + c = 2p,\ \text{и}\ SnA + SnB + SnC = 4Csn\frac{A}{2}\,Csn\frac{B}{2}\,Csn\frac{C}{2};$$

слѣдовательно,

$$\frac{a}{SnA} = \frac{2p}{4Csn\frac{A}{2}\,Csn\frac{B}{2}\,Csn\frac{C}{2}},$$

откуда

$$a = \frac{p \,.\, SnA}{2Csn\frac{A}{2}\,Csn\frac{B}{2}\,Csn\frac{C}{2}}.$$

---

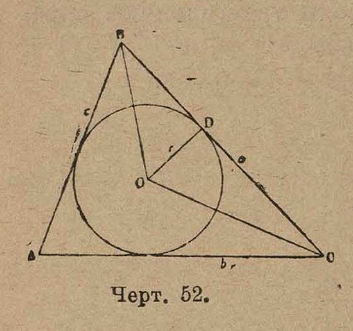
[1]) Замѣтимъ, что всюду, гдѣ даны два угла, можно считать извѣстными всѣ три угла, такъ какъ третій уголъ всегда опредѣляется формулой $C = 180° - (A+B)$.

Разложивъ SnA на множителей по формулѣ: $Sn\alpha = 2Sn\frac{\alpha}{2}Cos\frac{\alpha}{2}$,

$$a = \frac{p \cdot 2 \cdot Sn\frac{A}{2} \cdot Cos\frac{A}{2}}{2 \cdot Csn\frac{A}{2}\,Csn\frac{B}{2}\,Csn\frac{C}{2}},$$

откуда по сокращенiи $\left(\text{на } 2Cos\frac{A}{2}\right)$ получаемъ окончательную формулу

$$\mathbf{a} = \frac{\mathbf{p} \cdot \mathbf{Sn}\frac{\mathbf{A}}{\mathbf{2}}}{\mathbf{Cos}\frac{\mathbf{B}}{\mathbf{2}}\,\mathbf{Cos}\frac{\mathbf{C}}{\mathbf{2}}},$$



Черт. 52.

опредѣляющую сторону въ зависимости отъ периметра и угловъ [1]).

5) *Даны два угла A и B и радiусъ «r» вписаннаго круга* (черт. 52).

Изъ геометрiи извѣстно, что прямыя OB и OC дѣлятъ соотвѣтствующiе углы B и C пополамъ.

Изъ $\triangle ODB$ находимъ, что

$$BD = rCtg\frac{B}{2} \quad \ldots\ldots \quad \text{(1-ое равенство)}$$

Изъ $\triangle ODC$ находимъ, что

$$DC = rCtg\frac{C}{2} \quad \ldots\ldots \quad \text{(2-ое равенство)}$$

Сложивъ почленно оба равенства, найдемъ

$$BD + DC = rCtg\frac{B}{2} + rCtg\frac{C}{2},$$

откуда

$$a = r\left(Ctg\frac{B}{2} + Ctg\frac{C}{2}\right),$$

откуда, замѣняя сумму котангенсовъ по формулѣ $Ctg\alpha + Ctg\beta = \frac{Sn(\alpha+\beta)}{Sn\alpha \cdot Sn\beta}$, найдемъ

$$a = \frac{r \cdot Sn\left(\frac{B}{2} + \frac{C}{2}\right)}{Sn\frac{B}{2}\,Sn\frac{C}{2}} = \frac{rSn\left(\frac{B+C}{2}\right)}{Sn\frac{B}{2}\,Sn\frac{C}{2}};$$

но такъ какъ $B + C = 180° - A$, откуда $\frac{B+C}{2} = 90° - \frac{A}{2}$, то, слѣдов. $Sn\frac{B+C}{2} = Cos\frac{A}{2}$; значитъ,

$$\mathbf{a} = \frac{\mathbf{r} \cdot \mathbf{Cos}\frac{\mathbf{A}}{\mathbf{2}}}{\mathbf{Sn}\frac{\mathbf{B}}{\mathbf{2}}\,\mathbf{Sn}\frac{\mathbf{C}}{\mathbf{2}}},$$

---

[1]) Эту формулу легко запомнить, такъ какъ читается она такъ: *сторона равна произведенiю полупериметра на Sin половины угла противолежащаго, дѣленному на произведенiе Cos'овъ половинъ угловъ прилежащихъ.*

т.-е. *всякая сторона треугольника равна произведенію радіуса вписаннаго круга на Cos половины угла противолежащаго, дѣленному на произведеніе Sin'овъ половинъ угловъ прилежащихъ.*

6) *Даны два угла A и B и высота «h» треугольника* (черт. 53).

Изъ $\triangle$ ABD имѣемъ, что $BD = hCtgB$

Изъ $\triangle$ ADC имѣемъ, что $+ \; DC = hCtgC$

$$BD + DC = h(CtgB + CtgC)\,,$$

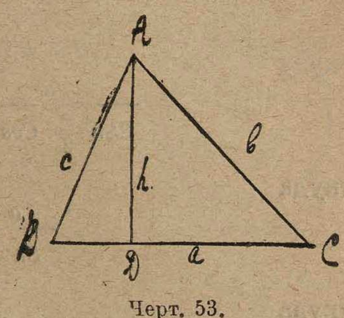
откуда

$$a = \frac{hSn(B + C)}{SnB\,.\,SnC}\,;$$

но такъ какъ $B + C = 180° - A$, то $Sn\,(B + C) = SnA$;

значитъ,

$$a = \frac{hSnA}{SnB\,SnC}\,.$$



Черт. 53.

Двѣ другія стороны («b» и «c») можно прямо опредѣлить изъ треугольниковъ DAC и ABD:

$$b = \frac{h}{SnC}, \text{ и } c = \frac{h}{SnB}\,.$$

7) *Дана сторона «a», прилежащій уголъ B и сумма двухъ другихъ сторонъ:* $b + c = m$.

Взявъ формулы, выражающія тангенсы половинъ угловъ, противолежащихъ неизвѣстнымъ сторонамъ:

$$Tg\frac{B}{2} = \sqrt{\frac{(p-a)(p-c)}{p(p-b)}}, \text{ и } Tg\frac{C}{2} = \sqrt{\frac{(p-a)(p-b)}{p(p-c)}}\,,$$

перемножимъ ихъ почленно:

$$Tg\frac{B}{2}\,.\,Tg\frac{C}{2} = \sqrt{\frac{(p-a)(p-c)}{p(p-b)}}\,.\sqrt{\frac{(p-a)(p-b)}{p(p-c)}} =$$

$$= \sqrt{\frac{(p-a)(p-c)(p-a)(p-b)}{p(p-b)p(p-c)}} = \sqrt{\frac{(p-a)^2}{p^2}} = \frac{p-a}{p}\,.$$

Но $2p = a + b + c = a + m$, откуда $p = \frac{m+a}{2}$; подставивъ значеніе «p» въ полученное выше равенство, найдемъ:

$$Tg\frac{B}{2}\,Tg\frac{C}{2} = \frac{\frac{m+a}{2} - a}{\frac{m+a}{2}} = \frac{\frac{m+a-2a}{2}}{\frac{m+a}{2}} = \frac{m-a}{m+a}\,,$$

откуда

$$Tg\frac{C}{2} = \frac{m-a}{(m+a)\,Tg\frac{B}{2}}\,.$$

Изъ этой формулы опредѣляемъ уголъ $\frac{C}{2}$, а затѣмъ и уголъ «C»; зная сторону и два угла, легко опредѣлить и другую сторону изъ пропорціи: $\frac{a}{SnA} = \frac{c}{SnC}$.[1])

[1]) Если бы въ разсматриваемомъ случаѣ была дана *разность двухъ сторонъ*, то надо было бы *раздѣлить* выраженія Tg'овъ половинъ угловъ, противолежащихъ неизвѣстнымъ сторонамъ.

8) *Дана сторона «а», противолежащій уголъ «А» и сумма двухъ другихъ торонъ:* $b + c = m$.

Изъ равенства отношеній $\frac{a}{SnA} = \frac{b}{SnB} = \frac{c}{SnC}$ заключаемъ, что

$$\frac{a}{SnA} = \frac{b+c}{SnB + SnC},$$

откуда

$$\frac{a}{SnA} = \frac{m}{2Sn\frac{B+C}{2}\ Cos\frac{B-C}{2}}$$

откуда

$$\frac{a}{2Sn\frac{A}{2}\ Cos\frac{A}{2}} = \frac{m}{2Cos\frac{A}{2}\ Cos\frac{B-C}{2}},$$

откуда

$$\frac{a}{Sn\frac{A}{2}} = \frac{m}{Cos\frac{B-C}{2}},$$

откуда

$$Cos\frac{B-C}{2} = \frac{mSn\frac{A}{2}}{a}.$$

Опредѣливъ $\frac{B-C}{2}$, а затѣмъ $B - C$, и зная сумму $B + C$, равную $180° - A$, получаемъ систему двухъ уравненій съ двумя неизвѣстными, очень легко разрѣшаемую.

Въ данномъ случаѣ для вычисленія сторонъ b и c удобнѣе всего прибѣгнуть къ формулѣ:

$$\frac{b+c}{b-c} = \frac{Tg\frac{B+C}{2}}{Tg\frac{B-C}{2}},$$

откуда

$$b - c = \frac{mTg\frac{B-C}{2}}{Ctg\frac{A}{2}}.$$

Отсюда опредѣлится разность «$b - c$»; зная ее и сумму «$b + c$», быстро опредѣлимъ «b» и «c».

Изъ приведенныхъ задачъ видно, что общій способъ ихъ рѣшенія заключается въ томъ, что неизвѣстныя, входящія въ данныя соотношенія, исключаются при помощи подходящихъ формулъ, и затѣмъ находятся соотношенія, связывающія данныя съ углами или сторонами треугольника.

Глава IV. Рѣшеніе правильныхъ многоугольниковъ и вычисленіе площади сегмента.

§ 53. *По данному радіусу „r“ круга вычислить сторону правильнаго вписаннаго n—угольника* (черт. 54).

На сторону AB (обозначимъ ее черезъ „a“) правильнаго вписаннаго многоугольника изъ центра „O“ опустимъ перпендикуляръ „h“; онъ, очевидно, дѣлитъ уголъ AOB и сторону AB пополамъ.

Черт. 54.

Изъ $\triangle\ ADO$ мы имѣемъ, что

$$AD = AO\,Sn \angle AOD,$$

но такъ какъ

$$AD = \frac{a}{2}, \text{ и } \angle AOD = \frac{\angle AOB}{2},$$

то, слѣдовательно,

$$\frac{a}{2} = AO \cdot Sn \frac{\angle AOB}{2}.$$

Но AO есть радіусъ „r“; уголъ же $AOB = \frac{360°}{n}$, гдѣ „n“ есть число сторонъ правильнаго многоугольника; слѣдовательно,

$$\frac{a}{2} = r \cdot Sin \frac{360°}{2 \cdot n},$$

откуда

$$\mathbf{a = 2\,r Sn \frac{180°}{n}}.$$

§ 54. *По данному радіусу „r“ круга вычислить сторону* (**b**) *правильнаго описаннаго n—угольника* (черт. 54).

Пусть „$A_1 B_1$“— сторона правильнаго описаннаго многоугольника; „h“ — высота треугольника A_1OB_1, дѣлящая сторону A_1B_1 и уголъ A_1OB пополамъ. Изъ $\triangle\ A_1D_1O$ имѣемъ, что

$$A_1 D_1 = D_1 O \cdot Tg \angle A_1 OD_1,$$

т.-е.

$$\frac{b}{2} = rTg \frac{\angle A_1OB_1}{2};$$

но такъ какъ $\angle A_1OB_1 = \frac{360°}{n}$, гдѣ „$n$“ есть число сторонъ правильнаго описаннаго многоугольника, то, слѣдовательно,

$$\frac{b}{2} = r \cdot Tg \frac{360°}{2n},$$

откуда

$$\mathbf{b = 2rTg \frac{180°}{n}}.$$

§ 55. *По данному радіусу „r“ круга вычислить площадь правильнаго вписаннаго n—угольника* (черт. 54).

Площадь правильнаго вписаннаго n—угольника, очевидно, въ „n“ разъ больше площади $\triangle ABO$; значитъ, обозначивъ искомую площадь черезъ „S“, будемъ имѣть формулу:

$$S = n \cdot \triangle AOB \ . \ . \ . \ . (1)$$

Мы знаемъ, что площадь треугольника равна половинѣ произведенія двухъ его сторонъ на синусъ угла между ними; значитъ,

$$\triangle AOB = \frac{AO \,.\, BO \,.\, Sn \angle AOB}{2} = \frac{r \,.\, r \,.\, Sn \frac{360^\circ}{n}}{2} = \frac{1}{2} r^2 \, Sn \frac{360^\circ}{n}$$

Подставивъ найденную площадь $\triangle AOB$ въ приведенную выше формулу (1), получимъ:

$$S = \frac{1}{2} nr^2 \, Sn \frac{360^\circ}{n}$$

§ 56. *По данному радіусу „r“ круга вычислить площадь правильнаго описаннаго n—угольника* (черт. 54).

Площадь правильнаго описаннаго многоугольника

$$S = n \,.\, \triangle A_1 OB_1;$$

но такъ какъ

$$\triangle A_1OB_1 = \frac{A_1B_1 \,.\, D_1O}{2} = \frac{b \,.\, r}{2},$$

то, значитъ,

$$S = n \,.\, \frac{b \,.\, r}{2} = \frac{nbr}{2}.$$

Подставивъ въ полученное равенство выраженіе стороны „b“ черезъ радіусъ (см. § 54), найдемъ, что

$$S = nr^2 \,.\, Tg \frac{180^\circ}{n}.$$

§ 57. *По данному радіусу „r“ круга и дугѣ „a°“ сегмента вычислить площадь сегмента* (черт. 54).

Ясно, что площадь сегмента ABD_1 равна площади сектора $AOBD_1$ безъ площади треугольника AOB.

Площадь сектора $AOBD_1$, какъ мы знаемъ изъ геометріи, равна

$$\frac{\pi \, r^2 a^\circ}{360^\circ}.$$

Площадь $\triangle AOB = \frac{AO \,.\, OB \,.\, Sn \angle AOB}{2} = \frac{r \,.\, r \,.\, Sna}{2} = \frac{r^2 Sna}{2}.$

Значитъ, площадь сегмента (обозначимъ ее черезъ Q) будетъ равна:

$$Q = \frac{\pi \, r^2 a^\circ}{360^\circ} - \frac{r^2 Sna}{2} = \frac{r^2}{2}\left(\frac{\pi a^\circ}{180^\circ} - Sina\right).$$

Глава V. Измѣренія на мѣстности.

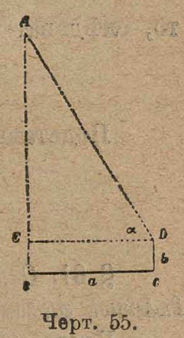
§ 58. Еще въ введеніи, говоря о громадномъ практическомъ значеніи тригонометріи, мы указывали на то, что съ ея помощью производятся всевозможныя измѣренія мѣстности. Теперь мы покажемъ, какъ производятся нѣкоторыя (основныя) изъ нихъ. Для непосредственнаго измѣренія линій употребляется такъ называемая *мѣрная цѣпь*; для измѣренія угловъ употребляется какой-либо изъ угломѣрныхъ снарядовъ: астролябія, теодолитъ, эккеръ и т. д.

Всякое измѣреніе мѣстности начинается съ проведенія и из-

мѣренія нѣкоторой прямой линіи, называемой **базисомъ**. Затѣмъ ужъ измѣряются другія линіи и углы, составленные ими съ базисомъ. Измѣренія на мѣстности вообще называются *топографическими операціями*; итакъ, разсмотримъ нѣкоторыя изъ нихъ.

§ 59. *Опредѣлить высоту предмета, основаніе котораго доступно.*

Пусть AB (черт. 55) представляетъ собою предметъ, высоту котораго мы желаемъ измѣрить, и основаніе „B" котораго доступно. Проводимъ базисъ—прямую линію „BC" отъ основанія этого предмета и измѣряемъ какъ можно точнѣй ея (линіи BC) длину; затѣмъ, въ точкѣ C ставимъ какой-нибудь угломѣрный инструментъ и измѣряемъ уголъ между горизонталью DE и лучомъ зрѣнія DA, идущимъ къ вершинѣ предмета, высоту котораго мы опредѣляемъ.



Черт. 55.

Пусть длина базиса $= a$, уголъ $ADE = \alpha$, и высота угломѣрнаго инструмента $DC = b$.

Изъ прямоугольнаго треугольника AED имѣемъ, что

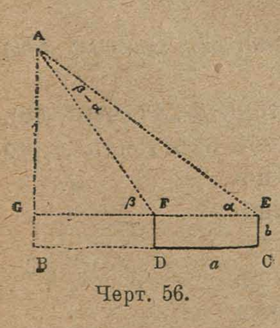
$$AE = ED\,Tg\,\alpha = a\,Tg\alpha.$$

Для полученія искомой высоты „AB", очевидно, достаточно къ AE прибавить высоту угломѣрнаго снаряда, т.-е. „b"; слѣдовательно,

$$AB = AE + EB = a\,Tg\,\alpha + b\,.$$

§ 60. *Опредѣлить высоту предмета, основаніе котораго недоступно.*

Пусть AB (черт. 56)—предметъ, высоту котораго мы желаемъ опредѣлить, и его основаніе „B" недоступно. Тогда на нѣкоторомъ разстояніи отъ основанія предмета AB проводится базисъ „DC"; пусть его длина $=$ „a". Далѣе угломѣрный инструментъ ставятъ сначала въ точкѣ „C" и измѣряютъ уголъ наклона къ горизонту луча зрѣнія „EA", идущаго къ вершинѣ предмета; затѣмъ этотъ инструментъ ставятъ въ точку „D" и измѣряютъ уголъ наклона къ горизонту луча зрѣнія FA, также идущаго къ вершинѣ „A". Пусть первый уголъ $= \alpha$, второй $= \beta$, и высота угломѣрнаго инструмента $FD = EC = GB = b$.



Черт. 56.

Сдѣланныхъ измѣреній вполнѣ достаточно для вычисленія AB. Дѣйствительно,

$$AB = AG + GB\,.$$

Изъ $\triangle AGF$ имѣемъ, что $AG = AF\,Sn\,\beta$, и $GB = b$; значитъ,

$$AB = AF\,.\,Sn\,\beta + b\;.\;.\;.\;.\;\text{(1-ое равенство)}$$

Остается еще опредѣлить AF, что и сдѣлаемъ.

Изъ $\triangle AEF$ мы имѣемъ, что

$$\frac{AF}{Sn\alpha} = \frac{FE}{Sn \angle FAE}$$

откуда

$$AF = \frac{FE \cdot Sn\alpha}{Sn\angle FAE};$$

но такъ какъ

$$FE = a, \text{ и } \angle FAE = \beta - \alpha,$$ [1]

то, слѣдовательно,

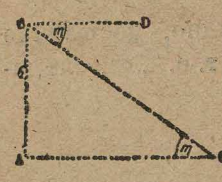
$$AF = \frac{a\,Sn\alpha}{Sn\,(\beta - \alpha)}.$$

Подставивъ значеніе AF въ 1-ое равенство, получимъ

$$AB = \frac{a Sn\alpha\, Sn\beta}{Sn\,(\beta - \alpha)} + b.$$

§ 61. *Опредѣлить разстояніе до предмета, видимаго съ нѣкоторой опредѣленной высоты.*

Пусть AB (черт. 57) представляетъ собой башню (гору), высота которой „AB" извѣстна и равна, допустимъ, „h"; и пусть съ ея вершины „B" виденъ предметъ „C"; опредѣлимъ разстояніе „AC" этого предмета отъ основанія башни. Опредѣливъ уголъ DBC между горизонталью и лучомъ зрѣнія BC, идущимъ къ предмету, мы тѣмъ самымъ опредѣлимъ и уголъ BCA, такъ какъ этотъ уголъ равенъ $\angle DBC$, какъ накрестъ съ нимъ лежащій; пусть этотъ уголъ $= m$. Зная его, легко опредѣлить въ $\triangle ABC$ сторону AC:

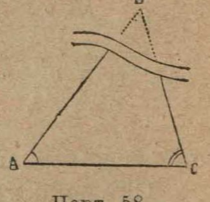


Черт. 57.

$$AC = hCtgm.$$

§ 62. *Опредѣлить разстояніе между двумя точками, изъ которыхъ одна доступна, а другая недоступна.*

Пусть надо опредѣлить разстояніе между точкой „A" (черт. 58), доступной для наблюденія, и точкой „B", видимой изъ точки A, но находящейся за какимъ-либо препятствіемъ, положимъ, за рѣкой. Для этого проводимъ на мѣстности (она, какъ и во всѣхъ предшествующихъ случаяхъ, предполагается горизонтальной) базисъ „AC" и угломѣрнымъ инструментомъ опредѣляемъ углы „A" и „C", образуемые съ базисомъ лучами зрѣнія, идущими отъ концовъ базиса къ точкѣ „B", разстояніе до которой мы желаемъ опредѣлить. Тогда получается треугольникъ ABC, въ которомъ извѣстны два угла, а значитъ, и третій, и сторона; зная же всѣ три



Черт. 58.

[1] Такъ какъ одинъ изъ внутреннихъ угловъ, несмежныхъ внѣшнему, всегда равенъ этому внѣшнему углу безъ другого внутренняго (несмежнаг внѣшнему).

угла и сторону, очень легко опредѣлить и искомую сторону AB изъ пропорціи

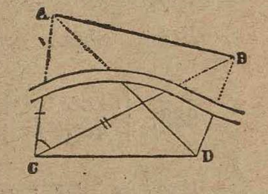
$$\frac{AB}{SnC} = \frac{AC}{SinB},$$

откуда

$$AB = \frac{AC\,Sn\,C}{Sn\,B}.$$

§ 63. *Опредѣлить разстояніе между двумя недоступными точками.*

Пусть надо опредѣлить разстояніе между точками (черт. 59), находящимися за какимъ-нибудь препятствіемъ и потому недоступными для наблюдателя. Въ доступной мѣстности проводимъ базисъ „CD“ и помощью его опредѣляемъ сначала разстояніе каждой изъ точекъ A и B отъ доступной точки „C“; эти разстоянія: „CA“ и „CB“ опредѣляются, очевидно, по указанному выше, въ § 62, способу; затѣмъ опредѣляемъ уголъ ACB между лучами зрѣнія CA и CB, идущими отъ точки C къ точкамъ A и B. Тогда получается треугольникъ CAB, въ которомъ извѣстны двѣ стороны и составленный ими уголъ; этого вполнѣ достаточно для рѣшенія треугольника, а слѣдовательно, и для опредѣленія искомой прямой AB.



Черт. 59.

Алгебраическій задачникъ.

Общій наибольшій дѣлитель.

Найти общаго наибольшаго дѣлителя слѣдующихъ многочленовъ:

989. $\begin{cases} 2a^9d^2x^3 + 4a^7d^3x^4 + 4a^5d^4x^5 + 4a^3d^5x^6 + 2ad^6x^7 \\ 4a^5d^4x^4 + 2a^7d^3x^3 + 2a^3d^5x^5 . \end{cases}$

Рѣшеніе. Всѣ члены 1-го многочлена имѣютъ общаго наибольшаго дѣлителя $2ad^2x^3$, а всѣ члены 2-го $2a^3d^3x^3$, а такъ какъ общимъ наибольшимъ дѣлителемъ этихъ двухъ количествъ является $2ad^2x^3$, то, слѣдовательно, $2ad^2x^3$ будетъ общимъ одночленнымъ дѣлителемъ данныхъ многочленовъ. Раздѣливъ 1-ый многочленъ на $2ad^2x^3$, а 2-ой на $2a^3d^3x^3$ и расположивъ частныя по убывающимъ степенямъ буквы a, найдемъ:

$$a^8 + 2a^6dx + 2a^4d^2x^2 + 2a^2d^3x^3 + d^4x^4 \quad \text{и} \quad a^4 + 2a^2dx + d^2x^2.$$

Раздѣлимъ 1-ое частное на 2-ое:

$$\begin{array}{l|l} a^8 + 2a^6dx + 2a^4d^2x^2 + 2a^2d^3x^3 + d^4x^4 & a^4 + 2a^2dx + d^2x^2 \\ -a^8 \mp 2a^6dx \mp a^4d^2x^2 & \overline{a^4 + 1} \\ \hline \text{„} \quad \text{„} \quad a^4d^2x^2 + 2a^2d^3x^3 + d^4x^4 & \end{array}$$

Сокративъ на d^2x^2:

$$\begin{array}{r} a^4 + 2a^2dx + d^2x^2 \\ -a^4 \mp 2a^2dx \mp d^2x^2 \\ \hline 0 \end{array}$$

Итакъ, общій наибольшій дѣлитель будетъ $2ad^2x^3(a^4 + 2a^2dx + d^2x^2) = 2a^5d^2x^3 + 4a^3d^3x^4 + 2ad^4x^5$.

990. $\begin{cases} 8x^5 - 20x^4 + 12x^3 \\ 4ax - 6ax^2 + 2ax^3. \end{cases}$

Рѣшеніе. Всѣ члены 1-го многочлена имѣютъ общаго наибольшаго дѣлителя $4x^3$, а всѣ члены 2-го $2ax$, а такъ какъ общимъ наибольшимъ дѣлителемъ этихъ двухъ количествъ является $2x$, то, слѣдовательно, $2x$ будетъ общимъ одночленнымъ дѣлителемъ данныхъ многочленовъ. Раздѣливъ 1-ый многочленъ на $4x^3$, а 2-ой на $2ax$ и расположивъ частныя по убывающимъ степенямъ буквы x, мы найдемъ:

$$2x^2 - 5x + 3 \quad \text{и} \quad x^2 - 3x + 2.$$

Раздѣлимъ первое частное на 2-ое:

$$\begin{array}{r|l} 2x^2 - 5x + 3 & x^2 - 3x + 2 \\ -2x^2 \pm 6x \mp 4 & \overline{2} \end{array}$$

1-ый остатокъ: $x - 1$

Раздѣлимъ дѣлителя на первый остатокъ:

$$\begin{array}{r|l} x^2-3x+2 & x-1 \\ -x^2\pm x & \overline{x-2} \\ \hline -2x+2 & \\ \pm 2x\mp 2 & \\ \hline 0 & \end{array}$$

Итакъ, общій наибольшій дѣлитель данныхъ двухъ многочленовъ будетъ $2x(x-1)=2x^2-2x$.

991. $\begin{cases} 2x^7-16x^5-16x^3-18 \\ x^6+2x^5-2x^4+2x^3-2x^2+2x-3. \end{cases}$

Рѣшеніе. Сокративъ 1-ый многочленъ на 2, дѣлимъ его на 2-ой:

$$\begin{array}{l|l} x^7 \quad -8x^5 \quad -8x^3 \quad -9 & x^6+2x^5-2x^4+2x^3-2x^2+2x-3 \\ -x^7\mp 2x^6\pm 2x^5\mp 2x^4\pm 2x^3\mp 2x^2\pm 3x & \overline{x-2} \\ \hline -2x^6-6x^5-2x^4-6x^3-2x^2+3x-9 & \\ \pm 2x^6\pm 4x^5\mp 4x^4\pm 4x^3\mp 4x^2\pm 4x\mp 6 & \\ \hline \end{array}$$

Первый остат.: $-2x^5-6x^4-2x^3-6x^2+7x-15$

Умноживъ дѣлителя на 2, а остатокъ раздѣливъ на -1, раздѣлимъ дѣлителя на первый остатокъ:

$$\begin{array}{r|l} 2x^6+4x^5-4x^4+4x^3-4x^2+4x-6 & 2x^5+6x^4+2x^3+6x^2-7x+15 \\ -2x^6\mp 6x^5\mp 2x^4\mp 6x^3\pm 7x^2\mp 15x & \overline{x-1} \\ \hline -2x^5-6x^4-2x^3+3x^2-11x-6 & \\ \pm 2x^5\pm 6x^4\pm 2x^3\pm 6x^2\mp 7x\pm 15 & \\ \hline \end{array}$$

Второй остатокъ: $9x^2-18x+9$

Раздѣливъ второй остатокъ на 9, раздѣлимъ на него 1-ый остатокъ, раздѣленный на -1:

$$\begin{array}{r|l} 2x^5+6x^4+2x^3+6x^2-7x+15 & x^2-2x+1 \\ -2x^5\pm 4x^4\mp 2x^3 & \overline{2x^3+10x^2+20x+12} \\ \hline 10x^4 \quad +6x^2-7x+15 & \\ -10x^4\pm 20x^3\mp 10x^2 & \\ \hline 20x^3-4x^2-7x+15 & \\ -20x^3\pm 40x^2\mp 20x & \\ \hline 36x^2-27x+15 & \end{array}$$

Сокративъ на 3, получимъ:

$$\begin{array}{r} 12x^2-9x+5 \\ -12x^2\pm 24x\mp 12 \\ \hline \end{array}$$

Третій остатокъ: $15x-7$

Второй остатокъ, раздѣленный на 9 и затѣмъ умноженный на 15, раздѣлимъ на 3-ій остатокъ:

$$\begin{array}{r|l} 15x^2-30x+15 & 15x-7 \\ -15x^2\pm 7x & \overline{x-23} \\ \hline -23x+15 & \end{array}$$

Умноживъ на 15, мы получимъ:

$$\begin{array}{r} -345x+225 \\ \pm 345x\mp 161 \\ \hline \end{array}$$

Четвертый остатокъ: 64

Въ остаткѣ мы получимъ выраженіе, содержащее главной буквы, изъ чего мы должны заключить, что данные многочлены не имѣютъ общаго много членнаго дѣлителя.

992. $\begin{cases} 15a^4 + 3a^8 - 10a^6 + 8a^3 \\ a^7x - 2a^6x - 6a^5x + 4a^4x + 13a^3x + 6a^2x. \end{cases}$

Рѣшеніе. Общій дѣлитель перваго многочлена a^3, а второго a^2x; слѣдовательно, общій одночленный дѣлитель обоихъ многочленовъ a^2. Раздѣливъ 1-ый многочленъ на a^3, а второй на a^2x и расположивъ по убывающимъ степенямъ буквы a, мы получимъ: $3a^5 - 10a^3 + 15a + 8$ и $a^5 - 2a^4 - 6a^3 + 4a^2 + 13a + 6$.

Раздѣлимъ первое частное на второе:

$$\begin{array}{l|l} 3a^5 - 10a^3 + 15a + 8 & a^5 - 2a^4 - 6a^3 + 4a^2 + 13a + 6 \\ -3a^5 \pm 6a^4 \pm 18a^3 \mp 12a^2 \mp 39a \mp 18 & 3 \\ \hline \text{1-ый остатокъ: } 6a^4 + 8a^3 - 12a^2 - 24a - 10 & \end{array}$$

Раздѣливъ первый остатокъ на 2 и умноживъ дѣлителя на 3, раздѣлимъ дѣлителя на этотъ остатокъ:

$$\begin{array}{l|l} 3a^5 - 6a^4 - 18a^3 + 12a^2 + 39a + 18 & 3a^4 + 4a^3 - 6a^2 - 12a - 5 \\ -3a^5 \mp 4a^4 \pm 6a^3 \pm 12a^2 \pm 5a & a + 5 \\ \hline \text{Раздѣлимъ на } -2 \text{ и умножимъ на 3: } -10a^4 - 12a^3 + 24a^2 + 44a + 18 & \\ 15a^4 + 18a^3 - 36a^2 - 66a - 27 & \\ -15a^4 \mp 20a^3 \pm 30a^2 \pm 60a \pm 25 & \\ \hline \end{array}$$

Второй остатокъ: $-2a^3 - 6a^2 - 6a - 2$

Раздѣливъ второй остатокъ на -2, раздѣлимъ на него второго дѣлителя:

$$\begin{array}{l|l} 3a^4 + 4a^3 - 6a^2 - 12a - 5 & a^3 + 3a^2 + 3a + 1 \\ -3a^4 \mp 9a^3 \mp 9a^2 \mp 3a & 3a + 1 \\ \hline \text{Раздѣлимъ на } -5\text{: } -5a^3 - 15a^2 - 15a - 5 & \\ a^3 + 3a^2 + 3a + 1 & \\ -a^3 \mp 3a^2 \mp 3a \mp 1 & \\ \hline 0 & \end{array}$$

Итакъ, общій наибольшій дѣлитель данныхъ двухъ многочленовъ равенъ $a^2(a^3 + 3a^2 + 3a + 1) = a^5 + 3a^4 + 3a^3 + a^2$.

Общій отдѣлъ.

993. Общій наибольшій дѣлитель многочленовъ: $2x^4 + 4x^3 - 10x^2 - 12x$, $6x^5 + 15x^4 - 33x^3 - 60x^2 + 36x$ и $6x^6 + 6x^5 - 24x^4 + 24x^2 - 96x - 96$ возвысить въ степень, показатель которой равенъ столькимъ единицамъ, сколько футовъ въ сторонѣ квадрата, котораго площадь увеличивается на $\frac{9}{16}$ ея частей при увеличиваніи каждой стороны квадрата на 3 фута.

Рѣшеніе. Чтобы найти общій наибольшій дѣлитель трехъ данныхъ многочленовъ, намъ лучше всего разложить эти многочлены на простыхъ множителей.

$2x^4 + 4x^3 - 10x^2 - 12x = 2x(x^3 + 2x^2 - 5x - 6) = 2x(x^3 + x^2 + x^2 - 6x + x - 6) = 2x[x^2(x + 1) + x(x + 1) - 6(x + 1)] = 2x(x + 1)(x^2 + x - 6) = 2x(x + 1)(x^2 + 3x - 2x - 6) = 2x(x + 1)[x(x + 3) - 2(x + 3)] = 2x(x + 1)(x + 3)(x - 2)$;

$6x^5 + 15x^4 - 33x^3 - 60x^2 + 36x = 3x(2x^4 + 5x^3 - 11x^2 - 20x + 12) = 3x(2x^4 + 9x^3 - 4x^3 - 18x^2 + 7x^2 - 14x - 6x + 12) = 3x[2x^3(x - 2) + 9x^2(x - 2) + 7x(x - 2) - 6(x - 2)] = 3x(x - 2)(2x^3 + 9x^2 + 7x - 6) = 3x(x - 2)(2x^3 + 6x^2 + 3x^2 + 9x - 2x - 6) = 3x(x - 2)[2x^2(x + 3) + 3x(x + 3) - 2(x + 3)] = 3x(x - 2)(x + 3)(2x^2 + 3x - 2) = 3x(x - 2)(x + 3)(x + 2)(2x - 1)$;

наконецъ, 3-ій многочленъ разложимъ: $6x^6 + 6x^5 - 24x^4 + 24x^2 - 96x - 96 = 6x^4(x^2-4) + 6x(x^4-16) + 24(x^2-4) = (x^2-4)(6x^4 + 6x^3 + 24x + 24) = (x^2-4)\ 6\ [x^3(x+1) + 4\ (x+1)] = 6\ (x+2)\ (x-2)\ (x+1)\ (x^3+4)$. Общій наибольшій дѣлитель данныхъ многочленовъ $= x - 2$. Этотъ дѣлитель нужно возвысить въ степень, равную столькимъ единицамъ, сколько футовъ въ сторонѣ квадрата, котораго площадь увеличивается на $\frac{9}{16}$ ея частей при увеличиваніи каждой стороны квадрата на 3 фута.

Слѣдовательно, нужно опредѣлить сторону квадрата.

Допустимъ, что сторона квадрата $= x$; слѣдовательно, площадь этого квадрата $= x^2$ (изъ геометріи намъ извѣстно, что площадь квадрата равна квадрату его стороны). Если мы сторону увеличимъ на 3 фута, то площадь, изъ условія видно, увеличивается на $\frac{9}{16}$ ея частей, т.-е. $(x+3)^2 = x^2 + \frac{9}{16}x^2$; $x^2 + 6x + 9 = x^2 + \frac{9}{16}x^2$; $96x + 144 - 9x^2 = 0$; $9x^2 - 96x - 144 = 0$; $x^2 - \frac{32}{3}x - 16 = 0$; $x = \frac{16}{3} \pm \sqrt{\frac{256}{9} + \frac{144}{9}}$; $x = \frac{16}{3} + \frac{20}{3} = \frac{36}{3} = 12$.

Итакъ, $x - 2$ мы должны возвысить въ 12-ую степень.

$(x-2)^{12} = x^{12} - 12x^{11}.\ 2 + 66x^{10}.\ 4 - 220x^9.\ 8 + 495x^8.\ 16 - 792x^7.\ 32 + 924x^6.\ 64 - 792x^5.\ 128 + 495x^4.\ 256 - 220x^3.\ 512 + 66x^2.\ 1024 - 12x.\ 2048 + 4096.$

994. Найти числа, заключающіяся между корнями уравненія: $a^{x^2-301x+300} = 1$, которыя при дѣленіи на 13 даютъ въ остаткѣ 9, а при дѣленіи на 17 даютъ въ остаткѣ x, опредѣляемое условіемъ, что коэффиціенты $(2n+1)$-го и $(n+2)$-го членовъ разложенія бинома $(1+a)^{43}$ равны.

Рѣшеніе. Сперва рѣшимъ уравненіе: $a^{x^2-301x+300} = 1$, но единица можетъ быть замѣнена a^0. Ввиду того, что равны основанія, то равны будутъ и показатели, а потому $x^2 - 301x + 300 = 0$, откуда $x = \frac{301}{2} \pm \sqrt{\frac{90601}{4} - 300}$; $x = \frac{301 \pm 299}{2}$; $x_1 = 300$; $x_2 = 1$.

Коэффиціентъ $T_{2n+1} = C_{43}^{2n}$, а коэффиціентъ $T_{n+2} = C_{43}^{n+1}$. Изъ условія извѣстно, что $C_{43}^{2n} = C_{43}^{n+1}$. Изъ теоріи соединеній имѣемъ, что $C_{43}^{2n} = C_{43}^{43-2n}$; слѣдовательно, $43 - 2n = n + 1$; $+3n = +42$; $n = 14$.

Искомыя числа $= 13x + 9 = 17y + 14$, гдѣ x и y суть частныя отъ дѣленія искомыхъ чиселъ на 13 и 17. Такимъ образомъ, $13x + 9 = 17y + 14$, или $13x - 17y = 5$.

Разрѣшимъ теперь полученное неопредѣленное уравненіе:

$13x - 17y = 5$; $x = \frac{5+17y}{13} = y + \frac{4y+5}{13} = y + t$, гдѣ $\frac{4y+5}{13} = t$, откуда $y = \frac{13t-5}{4} = 3t - 1 + \frac{t-1}{4} = 3t - 1 + t_1$, гдѣ $\frac{t-1}{4} = t_1$, откуда $t = 4t_1 + 1$.

Подставивъ полученное значеніе въ предыдущія уравненія, мы найдемъ: $y = 13t_1 + 2$, и $x = 17t_1 + 3$. Для того, чтобы получить x и y въ цѣлыхъ и положительныхъ значеніяхъ, необходимо, чтобы $17t_1 + 3 > 0$ и $13t_1 + 2 > 0$, откуда $t_1 > -\frac{3}{17}$ и $t_1 > -\frac{2}{13}$.

Слѣдовательно, $t_1 = 0,\ 1,\ 2,\ 3,\ 4,\ 5 \ldots$ до ∞
тогда $x = 3,\ 20,\ 37,\ 54,\ 71,\ 88 \ldots$ до ∞
$y = 2,\ 15,\ 28,\ 41,\ 54,\ 67 \ldots$ до ∞

Искомыя числа: $13x + 9 = 13\ .\ 3 + 9 = 48$; $13\ .\ 20 + 9 = 269$.

Подстановка послѣдующихъ значеній x дастъ числа, не удовлетворяющія условію (предѣлы 1—300).

995. Капиталъ, состоящій изъ столькихъ сотенъ рублей, сколько единицъ въ суммѣ всѣхъ цѣлыхъ и положительныхъ значеній x и y уравненія $7x + 9y = 120$, положенъ въ банкъ на столько сложныхъ процентовъ, какъ

великъ положительный корень уравненія $x^2 - \sqrt{2x^2 - 8x + 12} = 2(2x + 3)$, и къ нему въ концѣ года прибавляли для паращенія тѣми же процентами по 160 руб. Во сколько лѣтъ накопится въ банкѣ сумма въ 5854,66 рубля?

Рѣшеніе. Сперва рѣшимъ неопредѣленное уравненіе $7x + 9y = 120$: $x = \frac{120 - 9y}{7} = 17 - y + \frac{1 - 2y}{7} = 17 - y + t$ . . . . (1), гдѣ $\frac{1 - 2y}{7} = t$, откуда $y = \frac{1 - 7t}{2} = -3t + \frac{1 - t}{2} = -3t + t_1$ . . . . (2), гдѣ $\frac{1 - t}{2} = t_1$, откуда $t = 1 - 2t_1$.

Подставивъ значеніе t въ первое и второе уравненія, получимъ: $y = 7t_1 - 3$, и $x = 21 - 9t_1$. Для того, чтобы получить x и y въ цѣлыхъ и положительныхъ значеніяхъ, необходимо, чтобы $7t_1 - 3 > 0$ и $21 - 9t_1 > 0$; $t_1 < \frac{21}{9}$ и $t_1 > \frac{3}{7}$; $t_1 = 1$; 2; $x = 12$; 3; $y = 4$; 11. Число сотенъ $= 12 + 3 + 4 + 11 = 30$.

Капиталъ $= 3000$ рублей.

Рѣшеніе уравненія: $x^2 - \sqrt{2x^2 - 8x + 12} = 2(2x + 3)$, или $x^2 - 4x - 6 - \sqrt{2(x^2 - 4x + 6)} = 0$, или $(x^2 - 4x + 6) - \sqrt{2(x^2 - 4x + 6)} - 12 = 0$. Обозначивъ $\sqrt{x^2 - 4x + 6}$ черезъ y, мы получимъ: $y^2 - \sqrt{2}.y - 12 = 0$, откуда $y = \frac{\sqrt{2} \pm \sqrt{2 + 48}}{2} = \frac{\sqrt{2} \pm 5\sqrt{2}}{2}$; $y_1 = \frac{6\sqrt{2}}{2} = 3\sqrt{2}$; $\sqrt{x^2 - 4x + 6} = 3\sqrt{2}$; возвысимъ въ квадратъ: $x^2 - 4x + 6 = 18$, или $x^2 - 4x - 12 = 0$; $x = 2 \pm \sqrt{4 + 12} = 2 + 4 = 6$.

Капиталъ отданъ по 6%.

По формулѣ срочныхъ взносовъ имѣемъ:

$$3000.1{,}06^t + \frac{160\,(1{,}06^t - 1)}{0{,}06} = 5854{,}66.$$

Приведемъ къ общему знаменателю:
$180.1{,}06^t + 160.1{,}06^t - 160 = 5854{,}66.0{,}06$, или $340.1{,}06^t = 5854{,}66.0{,}06 + 160$, или $1{,}06^t = \frac{511.2796}{340}$.

Логариѳмируя это уравненіе, мы получимъ:

$$t\lg 1{,}06 = \lg 511{,}2796 - \lg 340, \text{ откуда } t = \frac{\lg 511{,}2796 - \lg 340}{\lg 1{,}06} =$$
$$= \frac{2{,}70866 - 2{,}53148}{0{,}02531} = \frac{0{,}17718}{0{,}02531} = 7.$$

996. $\frac{114(\sqrt{2} - 1)^3}{1 - 5(\sqrt{2} - 1)^2}$ рублей роздано нѣсколькимъ бѣднымъ мужчинамъ и женщинамъ; каждый мужчина получилъ число рублей, равное четвертому члену, а каждая женщина—число рублей, равное шестому члену возрастающей ариѳметической прогрессіи, разность которой равна меньшему корню уравненія $\sqrt{3x - 2} = 2\sqrt{x + 2} - 2$, а сумма пятаго и шестого членовъ равна числу сочетаній изъ 6 элементовъ по 3. Сколько было мужчинъ и женщинъ?

Рѣшеніе. $$\frac{114(\sqrt{2} - 1)^3}{1 - 5(\sqrt{2} - 1)^2} = \frac{114(2\sqrt{2} - 3 . 2 + 3\sqrt{2} - 1)}{1 - 5(2 - 2\sqrt{2} + 1)} =$$
$$= \frac{114(5\sqrt{2} - 7)}{1 - 15 + 10\sqrt{2}} = \frac{114(5\sqrt{2} - 7)}{2(5\sqrt{2} - 7)} = 57.$$

Рѣшеніе уравленія: $\sqrt{3x - 2} = 2\sqrt{x + 2} - 2$.

Возвысимъ обѣ части уравненія въ квадратъ:

$$3x - 2 = 4(x + 2) + 4 - 8\sqrt{x + 2}, \text{ или } 8\sqrt{x + 2} = x + 14.$$

Послѣднее уравненіе возвысимъ въ квадратъ:

$64(x + 2) = x^2 + 28x + 196$, или $x^2 - 36x + 68 = 0$; $x = 18 \pm \sqrt{324 - 68} = 18 \pm 16$; $x = 2$.

Разность ариѳметической прогрессіи $= 2$.

Опредѣлимъ число сочетаній изъ 6 элементовъ по 3.

$$C_6^3 = \frac{6 \cdot 5 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 3} = 20.$$

Въ ариѳметической прогрессіи извѣстны: $d=2$, $a_5+a_6=20$, или $a+4d+$ $+a+5d=20$, или $2a+9d=20$ . . . . (1). Подставивъ въ первое уравненіе вмѣсто d его значеніе 2, мы получимъ: $a=1$. Четвертый членъ $=a+3d=$ $=1+6=7$. Шестой членъ $=a+5d=1+5 \cdot 2=11$.

Мужчина, слѣдовательно, получилъ 7 рублей, а женщина—11 рублей.

Допустимъ, что число мужчинъ и женщинъ было соотвѣтственно равно x и y. Получимъ неопредѣленное уравненіе: $7x+11y=57$; $x=\frac{57-11y}{7}=8-$ $-2y+\frac{1+3y}{7}=8-2y+t$ . . . . (1), гдѣ $\frac{1+3y}{7}=t$, откуда $y=\frac{7t-1}{3}=$ $=2t+\frac{t-1}{3}=2t+t_1$, гдѣ $\frac{t-1}{3}=t_1$; $t=3t_1+1$.

Подставивъ значеніе t въ предыдущія два уравненія, мы получимъ: $y=7t_1+2$, и $x=5-11t_1$.

Для того, чтобы получить x и y въ цѣлыхъ и положительныхъ значеніяхъ, необходимо, чтобы $7t_1+2>0$ и $5-11t_1>0$; $t_1<\frac{5}{11}$ и $t_1>-\frac{2}{7}$; $x=5$; $y=2$.

997. Рѣшить въ цѣлыхъ и положительныхъ числахъ уравненіе $ax+by=c$. **въ которомъ** a **и** b **— числитель и знаменатель** четвертой подходящей дроби къ **непрерывной, которая получается отъ извлеченія** $\sqrt{2}$, а c равно члену **разложенія бинома** $(\sqrt{z}-\sqrt[3]{z^{-1}})^{10}$, **не содержащему** z.

Рѣшеніе. $\sqrt{2}=1+\frac{1}{x}$; $x=\frac{1}{\sqrt{2}-1}=\frac{\sqrt{2}+1}{(\sqrt{2}+1)(\sqrt{2}-1)}=\sqrt{2}+1=$

$$=2+\frac{1}{x_1};\ \frac{1}{x_1}=\sqrt{2}-1;\ x_1=\frac{1}{\sqrt{2}-1}=\sqrt{2}+1=2+\frac{1}{x_2};$$

$$\sqrt{2}=1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{2\ldots}}}}$$

Подходящія дроби:

	I	II	III	IV
Числитель	1	3	$3 \cdot 2+1=7$	$7 \cdot 2+3=17$
Знаменатель	1	2	$2 \cdot 2+1=5$	$5 \cdot 2+2=12$

Четвертая подходящая дробь $=\frac{17}{12}$; слѣдовательно, $a=17$, $b=12$.

Опредѣлимъ теперь членъ разложенія $(\sqrt{z}-\sqrt[3]{z^{-1}})^{10}$, не содержащій z, т.-е. z имѣется въ немъ въ нулевой степени.

Допустимъ, что такимъ членомъ будетъ T_{n+1};

$$T_{n+1}=C_{10}^n(\sqrt[3]{z^{-1}})^n(\sqrt{z})^{10-n}=C_{10}^n z^{-\frac{n}{3}} z^{\frac{10-n}{2}}=C_{10}^n z^{\frac{-3n+30-2n}{6}}=$$

$$=C_{10}^n z^{\frac{30-5n}{6}}.$$

Изъ условія извѣстно, что $\frac{30-5n}{6}=0$, откуда $n=6$; $T_{6+1}=C_{10}^6=$

$$=C_{10}^4=\frac{10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}=210;\text{ итакъ, } c=210.$$

Подставивъ въ уравненіе $ax+by\ c=$ значенія a, b и c, мы получимъ: $17x+12y=210$. Это неопредѣленное уравненіе мы и разрѣшимъ. $17x+$ $+12y=210$; $y=\frac{210-17x}{12}=17-x+\frac{6-5x}{12}=17-x+t$, гдѣ $\frac{6-5x}{12}=t$,

откуда $x = \frac{6-12t}{5} = 1 - 2t + \frac{1-2t}{5} = 1 - 2t + t_1$, гдѣ $\frac{1-2t}{5} = t_1$, откуда $t = \frac{1-5t_1}{2} = -2t_1 + \frac{1-t_1}{2} = -2t_1 + t_2$, гдѣ $\frac{1-t_1}{2} = t_2$, откуда $t_1 = 1 - 2t_2$. Подставивъ значеніе t_1 во всѣ предыдущія уравненія, мы получимъ: $x = 6 - 12t_2$, и $y = 17t_2 + 9$; необходимо, чтобы $6 - 12t_2 > 0$ и $17t_2 + 9 > 0$; $t_2 < \frac{1}{2}$ и $t_2 > -\frac{9}{17}$; $t_2 = 0$; $y = 9$; $x = 6$.

998. Куплено бархату двухъ сортовъ; за всю покупку заплачено семью рублями больше коэффиціента четвертаго члена разложенія бинома $(a+b)^{10}$; аршинъ перваго сорта стоилъ число рублей, равное квадрату предѣла непрерывной дроби (3, 3, 6, 3, 6 .... до ∞); аршинъ второго сорта стоилъ столько рублей, сколько надо взять элементовъ, чтобы составить 72 двойныхъ размѣщеній. Сколько куплено бархату каждаго сорта?

Рѣшеніе. Опредѣлимъ коэффиціентъ четвертаго члена разложенія бинома $(a+b)^{10}$; $T_{3+1} = C_{10}^3 = \frac{10 \cdot 9 \cdot 8}{1 \cdot 2 \cdot 3} = 120$, т.-е. куплено бархату на *127 рублей.*

Затѣмъ опредѣлимъ квадратъ предѣла безконечно - непрерывной дроби.

$$x = 3 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{6 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{6 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{6 + \ldots}}}}}}$$

или $x - 3 = \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{6 + x - 3}}$, или $x - 3 = \frac{x+3}{3x+10}$, или $x^2 = 11$, т.-е. аршинъ бархату перваго сорта стоилъ 11 рублей.

Наконецъ, опредѣлимъ число элементовъ двойныхъ размѣщеній. $A_x^2 = 72$, или $x(x-1) = 72$; $x^2 - x - 72 = 0$; $x = \frac{1 \pm \sqrt{1+288}}{2} = \frac{1 \pm 17}{2}$; $x = 9$, т.-е. аршинъ бархату 2-го сорта стоилъ 9 рублей.

Допустимъ, что перваго сорта было x аршинъ, а второго сорта y аршинъ. Получимъ неопредѣленное уравненіе: $11x + 9y = 127$; $y = \frac{127 - 11x}{9} = 15 - x - \frac{8+2x}{9} = 15 - x - \frac{2(4+x)}{9} = 15 - x - 2t$, гдѣ $\frac{4+x}{9} = t$, откуда $x = 9t - 4$.

Подставивъ значеніе x въ первое уравненіе, мы получимъ: $y = 19 - 11t$. Необходимо, чтобы $9t - 4 > 0$ и $19 - 11t > 0$; $t > \frac{4}{9}$ и $t < \frac{19}{11}$; $t = 1$; $y = 8$; $x = 5$.

999. Числовое значеніе числителя предпослѣдней подходящей дроби къ непрерывной, полученной отъ обращенія $\frac{12x^4 + 2x^3 + 16x^2 + 2x + 2}{12x^3 + 2x^2 + 10x + 1}$, при $x = 6$, разложить на такія два слагаемыя, чтобы одно изъ нихъ было кратнымъ 107, а другое при дѣленіи на 111 давало остатокъ 3.

Рѣшеніе.

$$\begin{array}{l|l} 12x^4 + 2x^3 + 16x^2 + 2x + 2 & 12x^3 + 2x^2 + 10x + 1 \\ -12x^4 \mp 2x^3 \mp 10x^2 \mp x & x \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} 12x^3 + 2x^2 + 10x + 1 & 6x^2 + x + 2 \\ -12x^3 \mp 2x^2 \mp 4x & 2x \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} 6x^2 + x + 2 & 6x + 1 \\ -6x^2 \mp x & x \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} 6x + 1 & 2 \\ -6x & 3x \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} 2 & 1 \\ & 2 \end{array}$$

Непрерывная дробь $= x + \cfrac{1}{2x + \cfrac{1}{x + \cfrac{1}{3x + \cfrac{1}{2}}}}$.

		$2x$	x	$3x$
Числитель	x	$2x^2+1$	$2x^3+2x$	$6x^4+8x^2+1$
Знаменатель	1	$2x$	$2x^2+1$	$6x^3+5x$

Числовое значеніе $6x^4+8x^2+1=6\ \ 6^4+8\ .\ 6^2+1=8065$.

Допустимъ, что частныя отъ дѣленія на 107 и 111 соотвѣтственно равны x и y, а потому: $107x+111y+3=8065$, или $107x+111y=8062$; $x=\frac{8062-111y}{107}=75-y+\frac{37-4y}{107}=75-y+t$, гдѣ $\frac{37-4y}{107}=t$, откуда $y=\frac{37-107t}{4}=9-27t+\frac{1+t}{4}=9-27t+t_1$, гдѣ $\frac{1+t}{4}=t_1$, откуда $= 4t_1-1$; тогда $y=36-107t_1$; $x=111t_1+38$. Необходимо, чтобы $111t_1+38>0$ и $36-107t_1>0$; $t_1>-\frac{38}{111}$ и $t_1<\frac{36}{107}$; $t_1=0$; $x=38$; $y=36$. Одно слагаемое $=38\ .\ 107=$ *4066*, а другое слагаемое $=36\ .\ 111+3=$ *3999*.

1000. Куплено матеріи двухъ сортовъ на число рублей, равное числителю простой дроби, обращающейся въ непрерывную (2, 1, 6, 2, 2); за аршинъ матеріи перваго сорта заплачено число рублей, равное показателю m бинома $(a+b)^m$, передъ третьимъ членомъ разложенія котораго коэффиціентъ равенъ $\sqrt[3]{287496}$, а за аршинъ матеріи второго сорта заплачено число рублей, равное первому члену ариѳметической прогрессіи, сумма второго и пятаго членовъ которой 25, а сумма четвертаго и шестого 34. Сколько куплено аршинъ матеріи каждаго сорта?

Рѣшеніе. $x=2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{6+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{2+\ldots}}}}$

		1	6	2	2
Числитель	2	3	20	43	106
Знаменатель	1	1	7	15	37

Числитель $=$ *106*, т.-е. куплено матеріи на *106* рублей.

Опредѣлимъ показателя бинома $(a+b)^m$. Коэффиціентъ $T_{2+1}=C_m^2=66$, или $\frac{m(m-1)}{1\ .\ 2}=66$, или $m^2-m-132=0$; $m=\frac{1\pm\sqrt{1+528}}{2}=\frac{1\pm 23}{2}$; $m=12$.

```
          ∛ 287496  = 66
            216
 108 . 6  | 71496
 3 . 6 . 36 | 648
        C³  |  648
            |   216
            ------
             71496 .
```

II способъ: Логариѳмированіе.

Въ ариѳметической прогрессіи извѣстны:

$a_2+a_5=25$, или $a+\ d+a+4d=25$, или $2a+5d=25$ . . . . (1)

$a_4+a_6=34$, или $a+3d+a+5d=34$, или $2a+8d=34$ . . . . (2).

Вычтемъ изъ второго уравненія первое и получимъ: $d=3$, откуда $a=5$.

Допустимъ, что перваго сорта было x аршинъ, а второго y аршинъ.

Получимъ: $12x+5y=106$; $y=\frac{106-12x}{5}=21-2x+\frac{1-2x}{5}=21-2x+t$, гдѣ $\frac{1-2x}{5}=t$, откуда $x=\frac{1-5t}{2}=-2t+\frac{1-t}{2}=-2t+t_1$, гдѣ $\frac{1-t}{2}=t_1$; откуда $t=1-2t_1$. Тогда $y=26-12t_1$, и $x=5t_1-2$. Необхо-

димо, чтобы $26 - 12t_1 > 0$ и $5t_1 - 2 > 0$; $t_1 < \frac{26}{12}$ и $t_1 > \frac{2}{5}$; $t_1 = 1$; 2; $x = 3$; 8; $y = 14$; 2.

1001. Стоимость золотника одного сплава серебра съ золотомъ составляетъ $\frac{x}{y}$ частей стоимости золотника другого сплава, при чемъ золото въ m разъ дороже серебра; если, не измѣняя количества серебра, увеличить вдвое въ каждомъ изъ сплавовъ количество золота, то отношеніе стоимости золотника перваго сплава къ стоимости золотника второго сплава будетъ (0, 1, 2, 2, 2). Во сколько разъ въ каждый изъ сплавовъ входитъ серебра больше, чѣмъ золота, если x и y — корни уравненій: $3^x \cdot \sqrt[y]{64} = 36$ и $5^x \cdot \sqrt[y]{1728} = 300$, а m удовлетворяетъ условію $34\,C_m^2 = A_{m+1}^3$?

Рѣшеніе. Сперва рѣшимъ систему уравненій: $3^x \sqrt[y]{64} = 36$ .... (1), и $5^x \sqrt[y]{1728} = 300$ .... (2). Раздѣливъ одно уравненіе на другое, получимъ: $\frac{5^x \sqrt[y]{1728}}{3^x \sqrt[y]{64}} = \frac{300}{36}$, или $\frac{5^x}{3^x}\sqrt[y]{27} = \frac{25}{3}$, или $\frac{5^x}{3^{x-\frac{3}{y}}} = \frac{5^2}{3}$. Подобное равенство возможно при томъ условіи, что $5^x = 5^2$, откуда $x = 2$, и $3^{x-\frac{3}{y}} = 3$; тогда $x - \frac{3}{y} = 1$; $2 - \frac{3}{y} = 1$; $y = 3$. Дробь $\frac{x}{y} = \frac{2}{3}$.

$34\,C_m^2 = A_{m+1}^3$, или $\frac{34m(m-1)}{1 \cdot 2} = (m+1) \cdot m \cdot (m-1)$, или $17 = m + 1$, откуда $m = 16$.

$$x = 0 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{2}}}}.$$

		2	2	2
Числитель	1	2	5	12
Знаменатель	1	3	7	17

Дробь $= \frac{12}{17}$.

Допустимъ, что въ первомъ сплавѣ было серебра въ x разъ больше, чѣмъ золота, а во второмъ—въ y разъ. Слѣдовательно, можно сказать, что если въ первомъ сплавѣ была 1 часть золота, то серебра было x частей, а во второмъ на 1 часть золота пришлось y частей серебра. Въ первомъ сплавѣ на 1 золотникъ сплава приходится $\frac{1}{1+x}$ частей золота и $\frac{x}{1+x}$ частей серебра, но золото въ 16 разъ дороже; слѣдовательно, стоимость золотника сплава $= \frac{16}{1+x} + \frac{x}{1+x} = \frac{16+x}{1+x}$. Разсуждая точно такимъ же образомъ, найдемъ, что на одинъ золотникъ второго сплава приходится $\frac{1}{1+y}$ золота и $\frac{y}{1+y}$ серебра, и стоимость его $= \frac{16+y}{1+y}$. Слѣдовательно: $\frac{16+x}{1+x} = \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{16+y}{1+y}\right)$ .... (1).

Во второй разъ взяли золота вдвое больше, т.-е. на золотникъ перваго сплава приходится $\frac{2}{2+x}$ золота, а потому стоимость золотника перваго сплава $=$ $= \frac{32+x}{2+x}$, а второго $\frac{32+y}{2+y}$, откуда $\frac{32+x}{2+x} : \frac{32+y}{2+y} = \frac{12}{17}$ .... (2).

Сдѣлавъ упрощеніе въ каждомъ уравненіи, мы получимъ:

$$46y - 29x + xy = -16 \;....\; (3).$$
$$104y - 70x + xy = -64 \;....\; (4).$$

Вычтя одно изъ другого, мы получимъ: $41x - 58y = 48$ .... (5).

Опредѣливъ изъ (5) уравненія $x = \frac{48 + 58y}{41}$, подставимъ его значеніе въ 3-ье уравненіе и послѣ упрощенія получимъ: $29y^2 + 126y - 368 = 0$, откуда $y = \frac{-63 \pm \sqrt{3969 + 10672}}{29} = \frac{-63 \pm 121}{29}$; $y = 2$; тогда $x = 4$.

1002. Разстояніе между двумя городами больше 100 и меньше 200 верстъ; пѣшеходъ, проходя ежедневно число верстъ, равное квадрату предѣла непрерывной дроби (3, 1, 2, 1, 6, 1, 2, 1, 6 . . . . до ∞), чтобы пройти разстояніе между этими городами, долженъ въ послѣдній день пройти только 12 верстъ; если же онъ будетъ въ день проходить столько верстъ, какъ великъ показатель m бинома $(a+b)^m$, коэффиціентъ третьяго члена разложенія котораго 120, то въ послѣдній день ему придется сдѣлать только 4 версты. Найти разстояніе между городами и число дней, въ которое въ томъ и другомъ случаяхъ эго проходитъ пѣшеходъ.

Рѣшеніе. Опредѣлимъ квадратъ предѣла непрерывной дроби:

$$x = 3 + \cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{6+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{6\ldots}}}}}}}} \quad\text{или}\quad x - 3 = \cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{6+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{6\ldots}}}}}}}} =$$

$$= x - 3 = \cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{6+\cfrac{1}{6+x-3}}}}} = \cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{3+x}{x+4}}} = \cfrac{1}{1+\cfrac{1}{\cfrac{2x+8+3+x}{x+4}}} =$$

$$= \frac{1}{1+\frac{x+4}{3x+11}} = \frac{3x+11}{3x+11+x+4},\ \text{или}\ x-3 = \frac{3x+11}{4x+15},\ \text{или}\ 4x^2 = 56,$$

откуда $x^2 = 14$.

Опредѣлимъ показателя степени бинома $(a+b)^m$.

Коэффиціентъ $T_{2+1} = C_m^2 = 120$, или $\frac{m(m-1)}{1.2} = 120$, или $m^2 - m - 240 = 0$; $m = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4}+240} = \frac{1 \pm 31}{2}$; $m = 16$.

Допустимъ, что весь путь пѣшеходъ прошелъ въ первомъ случаѣ въ x дней, а во второмъ случаѣ — въ y дней. Тогда $(x-1).\,14 + 12 = (y-1).\,16 + 4$, или $14x - 2 = 16y - 12$, или $7x - 8y = -5$; $x = \frac{8y-5}{7} = y + \frac{y-5}{7} = y + t \ldots$ (1), гдѣ $\frac{y-5}{7} = t$, откуда $y = 7t + 5 \ldots$ (2). Подставивъ это значеніе въ первое уравненіе, мы получимъ: $x = 8t + 5$. Для того, чтобы получить x и y въ цѣлыхъ и положительныхъ значеніяхъ, необходимо, чтобы $7t + 5 > 0$ и $8t + 5 > 0$; $t > -\frac{5}{7}$ и $t > -\frac{5}{8}$.

$t = 0,1,2,3,4,5$ . . . . до ∞
$x = 5,13,21,29,37,45$ . . . . до ∞
$y = 5,12,19,26,33,40$ . . . . до ∞.

При $t = 1$; $x = 13$; число верстъ $= 14.13 - 2 = 180$.

Слѣдовательно, $x = 13$ дней, $y = 12$ дней, и весь путь $=$ *180 верстъ.*

1003. Найти число, большее 300 и меньшее 400, которое при дѣленіи на $(3,1,1,2,1,1,2 \ldots \text{до } \infty).(2\sqrt{10} - 8).(-1)^{2n-1}$ даетъ остатокъ 5, а при дѣленіи на $\frac{1}{12}$ часть члена разложенія бинома $\left(\sqrt{a} + \frac{1}{\sqrt{a}}\right)^{12}$, не зависящаго отъ a, даетъ остатокъ $\sqrt[3]{250047}$.

Рѣшеніе. $(3,1,1,2,1,1,2 \ldots \text{до } \infty).(2\sqrt{10} - 8).(-1)^{2n-1}$.

$$x \parallel 3+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2\ldots}}}}}}, \text{ или } x-3=\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+x-3}}}, \text{ или } x-3=$$

$$=\frac{x}{2x-1}, \text{ или } 2x^2-8x+3=0;\ x=\frac{4+\sqrt{16-6}}{2}=\frac{4+\sqrt{10}}{2}.$$

$$\frac{4+\sqrt{10}}{2}.(2\sqrt{10}-8).(-1)^{2n-1}=\frac{4+\sqrt{10}}{2}.2(\sqrt{10}-4).(-1)^{2n-1}=$$
$$=(4+\sqrt{10}).(\sqrt{10}-4).(-1)^{2n-1}=(10-16)(-1)^{2n-1}=-6.-1=6.$$

Теперь опредѣлимъ членъ разложенія $\left(\sqrt{a}+\frac{1}{\sqrt{a}}\right)^{12}$, не зависящаго отъ a, т.-е. содержащаго a^0. Допустимъ, что такимъ членомъ будетъ T_{n+1}. Тогда по формулѣ $T_{n+1}=C_m^n a^n x^{m-n}$ имѣемъ: $T_{n+1}=C_{12}^n\left(\frac{1}{\sqrt{a}}\right)^n(\sqrt{a})^{12-n}=$ $=C_{12}^n a^{-\frac{n}{2}} a^{\frac{12-n}{2}}=C_{12}^n a^{\frac{12-2n}{2}}=C_{12}^n a^{6-n}$. Изъ условія извѣстно, что $a^{6-n}=a^0$, откуда $n-6=0$; $n=6$.

$$T_{6+1}=C_{12}^6=\frac{12.11.10.9.8.7}{1.2.3.4.5.6}=11.12.7;\ \tfrac{1}{12} \text{ члена}=\tfrac{1}{12}.11.12.7=77.$$

Теперь опредѣлимъ остатокъ, который равенъ $\sqrt[3]{250047}$.

$$\sqrt[3]{250047}=63$$
$$-216$$

	34047
3.36.3 =	324
3 . 6.9 =	162
27 =	27
	34047.

Можно также опредѣлить логариѳмированіемъ.

Допустимъ, что частныя отъ дѣленія числа на 6 и 77 соотвѣтственно равны Z и V. Тогда получимъ: $6Z+5=77V+63$; $6Z-77V=58$; $Z=\frac{58+77V}{6}=9+13V+\frac{4-V}{6}=9+13V+t$, гдѣ $\frac{4-V}{6}=t$, откуда $V=4-6t$. Подставивъ это значеніе V въ предыдущее уравненіе, мы получимъ: $Z=61-77t$. Для того, чтобы получить Z и V въ цѣлыхъ и положительныхъ значеніяхъ, необходимо, чтобы $4-6t>0$ и $61-77t>0$; $t<\frac{4}{6}$ и $t<\frac{61}{77}$; $t=0,-1,-2,-3\ldots$ При $t=0$; $Z=61$; $V=4$. Число $=6.61+5=371$.

Послѣднія значенія не удовлетворяютъ уравненію, такъ какъ получаются числа, бóльшія 400.

1004. Куплено нѣсколько гусей и индюковъ на сумму, содержащую столько копеекъ, какъ великъ членъ разложенія бинома $(\sqrt[3]{a}+\sqrt{a^{-1}})^{15}$, не зависящій отъ a; каждый гусь стоилъ столько копеекъ, сколько единицъ содержитъ число членовъ ариѳметической прогрессіи, имѣющей девятнадцатымъ членомъ 46, пятьдесятъ вторымъ 112 и суммой всѣхъ членовъ 9880, а каждый индюкъ стоилъ число рублей, равное корню уравненія $(3,1,3,1\ \ldots\ \text{до}\ \infty)^x=$ $=\frac{3(5+\sqrt{21})}{2}$. Сколько было куплено гусей и индюковъ?

Рѣшеніе. Сперва опредѣлимъ членъ разложенія $(\sqrt[3]{a}+\sqrt{a^{-1}})^{15}$, не зависящій отъ a, т.-е. содержащій a^0. Пусть такимъ членомъ будетъ T_{n+1}. По формулѣ $T_{n+1}=$ $=C_m^n a^n x^{m-n}$ имѣемъ: $T_{n+1}=C_{15}^n a^{-\frac{n}{2}} a^{\frac{15-n}{3}}=C_{15}^n a^{\frac{-3n+30-2n}{6}}=C_{15}^n a^{\frac{30-5n}{6}}=$ $=C_{15}^n a^0$, откуда $\frac{30-5n}{6}=0$; $n=6$.

$T_{6+1}=C_{15}^{6}=\frac{15.14.13.12.11.10}{1.2.3.4.5.6}=5005$, т.-е. гуси и индюки стоили *50 рублей 05 копѣекъ*.

Въ ариѳметической прогрессіи извѣстны: $S=9880$;

$a_{19}=46$, или $a+18d=46$ . . . . (1)

$a_{52}=112$, или $a+51d=112$ . . . . (2)

Вычтя изъ второго уравненія первое, мы найдемъ, что $d=2$, откуда $a=10$.

По формулѣ $S=\frac{[2a+d(n-1)]n}{6}$, мы имѣемъ: $9880=\frac{[2.10+2(n-1)]n}{2}$.

Сдѣлавъ упрощеніе, мы получимъ: $n^2+9n-9880=0$; $n=-\frac{9}{2}\pm\sqrt{\frac{81}{4}+9880}=$ $=\frac{-9+199}{2}=95$, т.-е. гусь стоилъ *95 коп.*

$$3+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{3+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{3+\dots}}}}=x,\text{ или } x-3=\frac{1}{1}+\frac{1}{3+x-3},\text{ или } x-3=$$

$=\frac{x}{x+1}$, или $(x-3)(x+1)=x$, или $x^2-3x-3=0$; $x=\frac{3+\sqrt{9+12}}{2}=$ $=\frac{3+\sqrt{21}}{2}$.

$\left(\frac{3+\sqrt{21}}{2}\right)^x=\frac{3(5+\sqrt{21})}{2}$, или $\left(\frac{3+\sqrt{21}}{2}\right)^x=\frac{6(5+\sqrt{21})}{4}=\frac{30+6\sqrt{21}}{4}=$ $=\frac{21+6\sqrt{21}+9}{4}=\frac{(\sqrt{21})^2+6\sqrt{21}+3^2}{4}=\left(\frac{\sqrt{21}+3}{2}\right)^2$. Такимъ образомъ, мы получили: $\left(\frac{\sqrt{21}+3}{2}\right)^x=\left(\frac{\sqrt{21}+3}{2}\right)^2$. Слѣдовательно, $x=2$, т.-е. индюкъ стоилъ *2 рубля, или 200 копѣекъ*. (Можно опредѣлить x также при помощи логариѳмовъ). Допустимъ, что было куплено гусей y, индюковъ z. Тогда получимъ уравненіе: $95y+200z=5005$, или $19y+40z=1001$; $y=\frac{1001-40z}{19}=$ $=53-2z-\frac{6+2z}{19}=53-2z-\frac{2(3+z)}{19}=53-2z-2t$ . . . . (1), гдѣ $\frac{3+z}{19}=t$, откуда $z=19t-3$.

Подставивъ значеніе z въ первое уравненіе, мы получимъ: $y=59-40t$. Для того, чтобы получить z и y въ цѣлыхъ и положительныхъ значеніяхъ, необходимо, чтобы $59-40t>0$ и $19t-3>0$; $t<\frac{59}{40}$ и $t>\frac{3}{19}$; $t=1$. $y=19$; $z=16$.

1005. Куплено коровъ и овецъ на число рублей, равное числовому значенію $\sqrt{36a^6+12a^5+13a^4+2a^3+a^2}$ при $a=5$; коровы затѣмъ проданы по 73,6 рубля за голову съ прибылью 15%, а овцы—по 11 рублей съ прибылью, составляющей столько процентовъ, сколько рублей заплачено за овцу. Сколько куплено коровъ и овецъ, если общее число тѣхъ и другихъ не превышало числа перестановокъ изъ 5 элементовъ, въ числѣ которыхъ 2 элемента повторяются по 2 раза?

Рѣшеніе. $\sqrt{36a^6+12a^5+13a^4+2a^3+a^2}=6a^3+a^2+a$.

$$\begin{array}{l|l}
\multicolumn{2}{l}{-36a^6} \\
\hline
12a^3+a^2 & 12a^5+13a^4 \\
a^2 & \mp 12a^5 \mp a^4 \\
\hline
12a^3+2a^2+a & 12a^4+2a^3+a^2 \\
a & \mp 12a^4 \mp 2a^3 \mp a^2 \\
\hline
 & 0
\end{array}$$

Численная величина $=6.5^3+5^2+5=780$.

Допустимъ, что корова стоила x рублей; тогда $\frac{15.x}{100} + x = 73{,}6$, или $115x = 7360$, откуда $x = 64$ *руб.*

За овцу заплачено y рублей и получено $y\%$ прибыли. Слѣдовательно, $\frac{y.y}{100} + y = 11$, откуда $y^2 + 100y - 1100 = 0$; $y = -50 \pm \sqrt{2500 + 1100} = -50 \pm 60$; $y = 10$ *рублей.*

Число перестановокъ $= \frac{P_5}{P_2 \cdot P_2} = \frac{1.2.3.4.5}{1.2.1.2.} = 30.$

Обозначивъ число коровъ и овецъ соотвѣтственно черезъ y и z, получимъ: $64y + 10z = 780$, или $32y + 5z = 390$; $z = \frac{390 - 32y}{5} = 78 - 6y - \frac{2y}{5} = 78 - 6y - 2t$ . . . . (1), гдѣ $\frac{y}{5} = t$, откуда $y = 5t$ . . . . (2).

Подставивъ значеніе y въ первое уравненіе, мы получимъ $z = 78 - 32t$.

Для того, чтобы получить y и z въ цѣлыхъ и положительныхъ значеніяхъ, необходимо, чтобы $5t > 0$ и $78 - 32t > 0$; $t > 0$ и $t < \frac{78}{32}$; $t = 1; 2$; $y = 5; 10$, а $z = 46; 14$.

Значеніе $y = 5$ и $z = 46$ не удовлетворяютъ условію, ибо общее число головъ не превышаетъ 30.

Геометрическій задачникъ.

Нѣкоторыя задачи, служившія геометрическими темами на испытаніяхъ зрѣлости въ учебныхъ округахъ Россіи.

454. Боковая поверхность конуса, равная 428,49 квадр. дюймовъ, будучи развернута на плоскости, представляетъ круговой секторъ въ 36°. Опредѣлить объемъ этого конуса.

Рѣшеніе. Пусть образующая конуса $= l$, а радіусъ основанія $= r$. Изъ условія видно, что боковая поверхность конуса = площади кругового сектора, у котораго радіусъ $= l$.

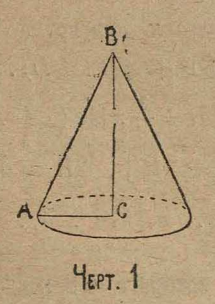
Слѣдовательно, можемъ составить два уравненія:

$$\frac{\pi l^2}{10} = 428,49; \text{ отсюда } l = \sqrt{\frac{4284,9}{\pi}}.$$

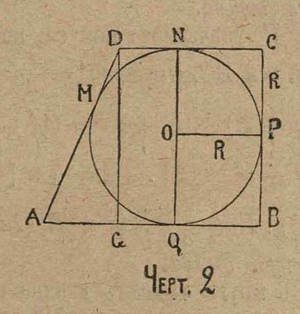
$$\pi r l = \frac{\pi l^2}{10}; \text{ отсюда } r = \frac{l}{10} = \frac{1}{10}\sqrt{\frac{4284,9}{\pi}}.$$

Изъ прямоугольнаго треугольника ABC (чертежъ 1), въ которомъ $AB = \sqrt{\frac{4284,9}{\pi}}$; $AC = \frac{1}{10}\sqrt{\frac{4284,9}{\pi}}$, имѣемъ: $BC = \sqrt{\overline{AB}^2 - \overline{AC}^2} =$

$$= \sqrt{\frac{4284,9}{\pi} - \frac{42,849}{\pi}} = \sqrt{\frac{4242,051}{\pi}}.$$



Черт. 1



Черт. 2

Теперь, зная высоту BC конуса и радіусъ его основанія AC, можемъ вычислить и его объемъ:

$$V_x = \frac{\pi \cdot AC^2 \cdot BC}{3} = 42,849 \cdot \frac{1}{3}\sqrt{\frac{4242,051}{\pi}} = 14,283\sqrt{\frac{4242,051}{\pi}}.$$

Вычислимъ это выраженіе при помощи пятизначныхъ логариѳмическихъ таблицъ:

$$lgV_x = lg\,14,283 + \frac{lg\,4242,051 + \text{доп. } lg\,\pi}{2} = + \begin{array}{r} 1,15482 \\ 1,56521 \\ \hline 2,72003 \end{array}$$

Итакъ, $V_x = 524,84$ *кубич. дюйма.*

$$\begin{array}{l} 71999 \quad -52484 \\ \hline 4 \\ 3,6-4 \end{array}$$

455. Трапецiя $ABCD$ (чертежъ 2), углы B и C которой—прямые, описана около окружности, радiусъ R которой $= 3$ дюймамъ. Зная, что сторона $AD = 2a = 10$ дюйм., опредѣлить: 1) боковую поверхность S_1, 2) полную поверхность S и 3) объемъ V усѣченнаго конуса, образуемаго вращенiемъ трапецiи $ABCD$ около BC ($\pi = 3{,}1416$).

Рѣшенiе. Для рѣшенiя задачи, необходимо знать длину линiй AD, DC, CB и BA; но AD, по условiю, $= 2a$, а $BC = NQ = 2R$. Для нахожденiя длины линiй DC и AB мы должны принять во вниманiе, что *касательныя, проведенныя изъ какой-либо точки къ окружности, равны между собой.* Отсюда имѣемъ: $QB = BP = R \ldots$ (1); $NC = CP = R \ldots$ (2); $DM = DN \ldots$ (3); $MA = AQ \ldots$ (4). Сложивъ равенства 3 и 4, мы получимъ: $DM + MA = DN + AQ \ldots$ (5). Такъ какъ $DM + MA = DA = 2a$, то равенство 5-ое приметъ видъ: $DN + AQ = 2a \ldots$ (6). Изъ прямоугольнаго треугольника ADG имѣемъ: $AG = \sqrt{AD^2 - DG^2} = \sqrt{4a^2 - 4R^2} = 2\sqrt{a^2 - R^2} \ldots$ (7), но $AG = AQ - GQ = AQ - DN$; слѣдовательно, равенство 7-ое можно написать такъ: $AQ - DN = 2\sqrt{a^2 - R^2} \ldots$ (8). Складывая и вычитая уравненiя 6-ое и 8-ое, мы получимъ: $AQ = a + \sqrt{a^2 - R^2}$, и $DN = a - \sqrt{a^2 - R^2}$. Теперь легко найдемъ значенiя для DC и AB; $DC = NC + ND = R + a - \sqrt{a^2 - R^2}$; $AB = BQ + AQ = R + a + \sqrt{a^2 - R^2}$.

Боковая поверхность S_1 усѣченнаго конуса, который получится отъ вращенiя трапецiи $ADCB$, очевидно, $= \pi AD\,(DC + AB)$; $S_1 = 2\pi a\,(R + a - \sqrt{a^2 - R^2} + R + a + \sqrt{a^2 - R^2}) = 4\pi a\,(a + R)$.

Подставивъ значенiя π, a и R, мы получимъ: $4 . 3{,}1416 . 5 . (5 + 3) = 4 . 3{,}1416 . 5 . 8 =$ *502,656 кв. дюйма.*

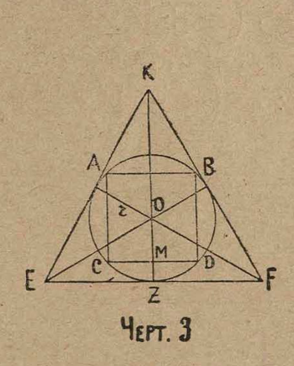
Чтобы получить полную поверхность S, надо къ боковой поверхности S_1 прибавить площади двухъ круговъ, описанныхъ радiусами CD и AB. Сумма этихъ площадей $= \pi CD^2 + \pi AB^2 = \pi\ (CD^2 + AB^2) = \pi\ \{[(R + a) - \sqrt{a^2 - R^2}]^2 + [(R + a) + \sqrt{a^2 - R^2}]^2\} = \pi\{(R + a)^2 - 2(R + a)\sqrt{a^2 - R^2} + a^2 - R^2 + (R + a)^2 + 2(R + a)\sqrt{a^2 - R^2} + a^2 - R^2\} = \pi\ \{2(R + a)^2 + 2(a^2 - R^2)\} = 2\pi\{(R + a)^2 + (a + R)(a - R)\} = 2\pi\,(a + R)\,[(R + a) + (a - R)] = 2\pi\,(a + R)\,.\,2a = 4\pi a\,(a + R)$; откуда $S = S_1 + 4\pi a\,(a + R) = 4\pi a\,(a + R) + 4\pi a\,(a + R) = 8\pi a\,(a + R) = S_1 \times 2 = 502{,}656 \times 2 =$ *1005,312 кв. дюйма.*

Объемъ V усѣченнаго конуса, который получится отъ вращенiя трапецiи $ABCD$ около оси BC, очевидно, $= \frac{1}{3}\pi\,(AB^2 + CD^2 + AB\,.\,CD)\,.\,BC$; $V = \frac{1}{3}\pi\,[4a\,(a + R) + (R + a)^2 - (\sqrt{a^2 - R^2})^2]\,.\,2R = \frac{1}{3}\pi\,[4a\,(a + R) + R^2 + 2Ra + a^2 - a^2 + R^2]\,.\,2R = \frac{1}{3}\pi\,[4a^2 + 6aR + 2R^2]\,.\,2R = \frac{4}{3}\pi\,(2a^2 + 3aR + R^2)\,.\,R = \frac{4}{3}\pi R\,(a + R)(2a + R) = \frac{4}{3}\,.\ 3{,}1416\,.\,3\,.\,8\,.\,13 =$ *1306,9056 куб. дюйма.*

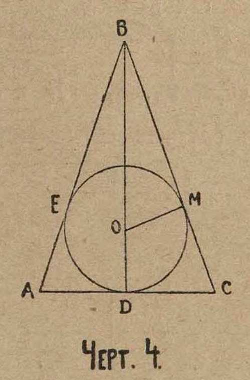
456. Въ кругъ вписанъ квадратъ, площадь котораго $= 8$ квадр. метрамъ; около круга описанъ равносторонний треугольникъ, одна сторона котораго параллельна сторонѣ квадрата. Вся фигура вращается около продолженнаго дiаметра круга, проходящаго черезъ вершину треугольника. Вычислить объемы трехъ тѣлъ вращенiя.

Рѣшенiе. Вычислимъ прежде всего радiусъ круга, въ который вписанъ квадратъ $ABCD$ (чертежъ 3). Если мы искомый радiусъ назовемъ черезъ r, то, пользуясь извѣстной теоремой планиметрiи, мы можемъ написать $AB = r\sqrt{2}$. Площадь S квадрата $ABCD = AB^2 = (r\sqrt{2})^2 = 2r^2$, но изъ условiя задачи мы знаемъ, что $S = 8$; слѣдовательно, $2r^2 = 8$; $r^2 = 4$; $r = 2$. Опредѣлимъ теперь сторону треугольника EKF, считая ее за x. Для этого центръ треугольника O соединимъ съ его вершинами K, E и F прямыми OK, OE и OF. Тогда треугольникъ KEF разобьется на три треугольника: OKE, OKF и OFE, сумма площадей которыхъ $=$ площади треугольника KEF. Площадь S_1 треуголь-

ника $OKE = \frac{KE \cdot r}{2}$ (r, какъ радіусъ, проведенный въ точку касанія, перпендикуляренъ къ KE и, слѣдовательно, служитъ высотой треугольника OKE); $S_1 = \frac{KE \cdot r}{2} = \frac{x \cdot r}{2}$; подобнымъ же образомъ мы найдемъ, что площадь каждаго изъ треугольниковъ OKF и $OFE = \frac{xr}{2}$; слѣдовательно, площадь треугольника $EKF = \frac{3xr}{2}$, или, подставляя вмѣсто r найденное для него значеніе 2, мы получимъ, что площадь треугольника $EKF = 3x$. Но, съ другой стороны, мы знаемъ, что площадь равносторонняго треугольника, имѣющаго сторону x, $= \frac{x^2}{4}\sqrt{3}$; откуда $3x = \frac{x^2}{4}\sqrt{3}$; $3 = \frac{x}{4}\sqrt{3}$; $12 = x\sqrt{3}$; $x = \frac{12}{\sqrt{3}} = \frac{12\sqrt{3}}{3} = 4\sqrt{3}$.



Черт. 3



Черт. 4.

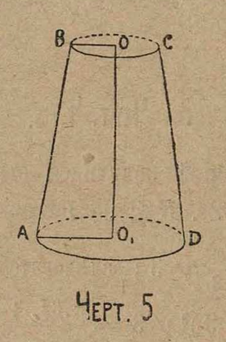
Вычислимъ теперь объемъ V конуса, который получился отъ вращенія треугольника KEZ около оси KZ; $V = \frac{1}{3}\pi EZ^2 . KZ$; но $EZ = \frac{x}{2}$, $KZ = \sqrt{EK^2 - EZ^2} = \sqrt{x^2 - \frac{x^2}{4}} = \sqrt{\frac{3x^2}{4}} = \frac{x}{2}\sqrt{3}$; слѣдовательно, $V = \frac{1}{3}\pi . \frac{x^2}{4} . \frac{x}{2}\sqrt{3} = \frac{1}{24}\pi x^3 \sqrt{3} = \frac{1}{24}\pi\, (4\sqrt{3})^3 \sqrt{3} = \frac{\pi . 64 . \sqrt{3^3} . \sqrt{3}}{24} = \frac{\pi . 64 . 9}{24} = 24\pi$. Объемъ V_1 шара, съ радіусомъ $r = 2$, мы найдемъ по формулѣ $V_1 = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi\, 2^3 = 32\frac{\pi}{3}$. Отъ вращенія квадрата $ABCD$ около KZ получимъ цилиндръ, объемъ V_2 котораго $= \pi . CM^2 . AC = \pi\left(\frac{r\sqrt{2}}{2}\right)^2 . r\sqrt{2} = \frac{\pi r^3 \sqrt{2}}{2} = 4\pi\sqrt{2}$.

457. Въ конусъ, радіусъ основанія котораго = 12 дюймамъ, а высота = 16 дюймамъ, вписанъ шаръ. Узнать ребро куба, вписаннаго въ этотъ шаръ (съ точностью до 0,01).

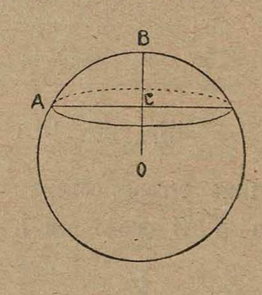
Рѣшеніе. Радіусъ шара OM (чертежъ 4) $= \frac{2\,\triangle}{AB+BC+AC} = \frac{2 . 12 . 16}{AB + BC + 24}$, гдѣ $BC = AB = \sqrt{AD^2 + BD^2} = \sqrt{12^2 + 16^2} = 20$; слѣдовательно, $OM = \frac{2 . 12 . 16}{40+24} = \frac{2 . 12 . 16}{64} = 6$. Діагональ куба, вписаннаго въ шаръ, = діаметру этого шара, т.-е. = 12. Обозначимъ ребро куба черезъ x. Мы знаемъ, что сумма квадратовъ трехъ измѣреній прямоугольнаго параллелепипеда = квадрату діагонали этого параллелепипеда; слѣдовательно, $3x^2 = 12^2$, или $x^2 = 48$, а $x = 4\sqrt{3} = 6{,}93$ *дюйма.*

458. По данному объему V усѣченнаго конуса, его высотѣ h и площади m^2 трапеціи, происшедшей отъ сѣченія конуса плоскостью, проходящею черезъ его ось, опредѣлить радіусы основаній конуса.

Рѣшеніе. Обозначимъ радіусы верхняго и нижняго основаній конуса $ABCD$ (чертежъ 5) черезъ R и R_1. Площадь S трапеціи $ABCD = \frac{1}{2}(AD+BC)$. $. OO_1 = \frac{1}{2}(2R + 2R_1)\ h = (R + R_1)\ h$; но, по условію, имѣемъ: $S = m^2$; слѣдовательно, $(R + R_1)\ h = m^2$ . . . . (1); объемъ V конуса $ABCD = \frac{1}{3}\pi(R^2 + R_1^2 + RR_1)\ h$, отсюда получаемъ II уравненіе: $R^2+R_1^2+RR_1 = \frac{3V}{\pi h}$ . . . (2). Для опредѣленія R и R_1 рѣшимъ совмѣстно уравненія 1-ое и 2-е. Возведемъ 1-ое уравненіе въ квадратъ и вычтемъ изъ него уравненіе 2-ое; тогда получимъ: $(R+R_1)^2 - R^2 - R_1^2 - RR_1 = \frac{m^4}{h^2} - \frac{3V}{\pi h}$, или $RR_1 = \frac{m^4}{h^2} - \frac{3V}{\pi h}$. Зная, чему равны сумма и произведеніе двухъ количествъ, мы можемъ составить квадратное уравненіе, корнями котораго будутъ данныя количества: $x^2 - \frac{m^2}{h}x + \left(\frac{m^4}{h^2} - \frac{3V}{\pi h}\right) = 0$; откуда $x = \frac{1}{2}\left(\frac{m^2}{h} \pm \sqrt{\frac{m^4}{h^2} - 4\left(\frac{m^4}{h^2} - \frac{3V}{\pi h}\right)}\right) = \frac{1}{2h}\left(m^2 \pm \sqrt{\frac{\pi m^4 - 4\pi m^4 + 12\,Vh}{\pi}}\right) = \frac{1}{2h}\cdot\left(m^2 \pm \sqrt{\frac{3\,(4hV - \pi m^4)}{\pi}}\right)$. Такимъ образомъ, $x_1 = R$ и $x_2 = R_1$, или же $x_1 = R_1$ и $x_2 = R$. Каждому изъ этихъ случаевъ соотвѣтствуютъ два отвѣта: $\frac{1}{2h}\left(m^2 \pm \sqrt{\frac{3\,(4hV - \pi m^4)}{\pi}}\right)$ и $\frac{1}{2h}\left(m^2 \mp \sqrt{\frac{3\,(4hV - \pi m^4)}{\pi}}\right)$.



Черт. 5



Черт. 6

459. Радіусъ шара $= R = 3{,}24$ дюйма. Какую высоту долженъ имѣть сегментъ этого шара, чтобы отношеніе его сферической поверхности къ площади его основанія равнялось $m : n = 3 : 2$?

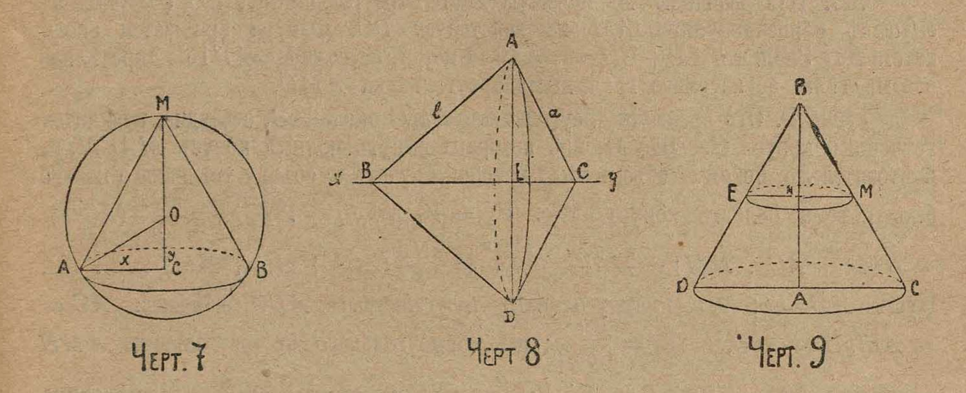
Рѣшеніе. Обозначимъ черезъ H искомую высоту BC (чертежъ 6) сегмента и черезъ r радіусъ AC основанія сегмента. Шаровая поверхность сегмента $= 2\pi RH$, и площадь основанія сегмента $= \pi r^2$. По условію задачи, отношеніе этихъ поверхностей $= \frac{2\pi RH}{\pi r^2} = \frac{m}{n}$, откуда $r^2 = \frac{2RHn}{m}$ .... (1). Изъ прямоугольнаго треугольника AOC имѣемъ: $OC^2 + AC^2 = OA^2$, или $(R-H)^2 + r^2 = R^2$, или $R^2 - 2RH + H^2 + r^2 = R^2$, или $H^2 - 2RH + r^2 = 0$ .... (2). Подставляя въ уравненіе 2-ое вмѣсто r^2 его значеніе изъ уравненія 1-го, получимъ $H^2 - 2RH + \frac{2RHn}{m} = 0$. Раздѣливъ обѣ части послѣдняго уравненія на H, мы получимъ: $H - 2R + \frac{2Rn}{m} = 0$, откуда $H = \frac{2R(m-n)}{m} = \frac{6{,}48(3-2)}{3} = 2{,}16$.

460. Въ шаръ вписанъ конусъ такъ, что высота MC конуса (чертежъ 7) дѣлится въ центрѣ O шара въ крайнемъ и среднемъ отношеніи, при чемъ MO есть бо̀льшій, а OC меньшій изъ тѣхъ двухъ отрѣзковъ, на которые раздѣлилась высота. Найти отношеніе объема шара къ объему конуса.

Рѣшеніе. Обозначимъ высоту MC черезъ h. Вычислимъ теперь длину отрѣзковъ MO и OC. По условію, высота MC въ точкѣ O дѣлится въ крайнемъ и среднемъ отношеніи $MC : MO = MO : OC$, или $MC : MO = MO : (MC - OM)$,

или $h : MO = MO : (h - MO)$, откуда $MO^2 + h \cdot MO - h^2 = 0$; $MO = \frac{h}{2}(\sqrt{5}-1)$; $OC = MC - MO = h - \frac{h}{2}(\sqrt{5}-1) = \frac{h}{2}(3-\sqrt{5})$.

Радіусъ основанія конуса $AC = \sqrt{AO^2 - OC^2} = \sqrt{OM^2 - OC^2} = \sqrt{\frac{h^2(\sqrt{5}-1)^2 - h^2(3-\sqrt{5})^2}{4}} = h\sqrt{\sqrt{5}-2}$. Объемъ V шара, описаннаго около конуса, $= \frac{4}{3}\pi MO^3 = \frac{4}{3}\pi h^3 \frac{(\sqrt{5}-1)^3}{8} = \frac{1}{6}\pi h^3(\sqrt{5}-1)^3$; объемъ V_1 конуса $AMB = \frac{1}{3}\pi AC^2 . MC = \pi\frac{h^3}{3}(\sqrt{5}-2)$. Искомое отношеніе объемовъ $V : V_1 = \frac{1}{6}\pi h^3(\sqrt{5}-1)^3 : \pi\frac{h^3}{3}(\sqrt{5}-2) = (\sqrt{5}-1)^3 : 2(\sqrt{5}-2) = (8\sqrt{5}-16) : (2\sqrt{5}-4) = 4$.



Черт. 7 Черт 8 Черт. 9

461. Объемъ шара, имѣющаго въ діаметрѣ 2,4 фута, равенъ объему конуса, имѣющаго діаметръ основанія $= 1$ футу. Опредѣлить отношеніе боковой поверхности конуса къ поверхности шара.

Рѣшеніе. Боковая поверхность S конуса $= \pi Rl$, гдѣ $R = \frac{1}{2}$ (половинѣ діаметра основанія конуса, равнаго 1), а l требуется опредѣлить. Поверхность шара $S_1 = 4\pi r^2 = 4\pi(1,2)^2 = 5,76\pi$, а отношеніе $S : S_1 = \frac{1}{2}\pi l : 5,76\pi = l : 11,52$. Чтобы вычислить образующую l конуса (чертежъ 1), придется предварительно узнать высоту конуса.

Объемъ V конуса $= \frac{1}{3}\pi R^2 h = \frac{1}{3}\pi(\frac{1}{2})^2 h = \frac{1}{12}\pi h$.

Объемъ V_1 шара, имѣющаго діаметръ 2,4, равенъ $\frac{4}{3}\pi(1,2)^3$. Но $V = V_1$; слѣдовательно, $\frac{1}{12}\pi h = \frac{4\pi(1,2)^3}{3}$; $\frac{h}{4} = 4 . (1,2)^3$; $h = 16 . (1,2)^3 = 27,648$. Изъ прямоугольнаго треугольника ABC имѣемъ: $AB = \sqrt{AC^2 + BC^2} = \sqrt{(27,648)^2 + \frac{1}{4}} = \frac{1}{2}\sqrt{(27,648)^2 . 4 + 1}$.

Итакъ, отношеніе $\frac{S}{S_1} = \frac{l}{11,52} = \frac{\sqrt{1 + (27,648)^2 . 4}}{2 . 11,52} = \frac{\sqrt{1 + (27,648)^2 . 4}}{23,04}$; $(27,648)^2 . 4 = x$; $lgx = 2lg27,648 + lg4 = 2.1,44167 + 0,60206 = 3,48540$; $x = 3057,7$; $1 + x = 3058,7$; $\frac{S}{S_1} = \frac{\sqrt{3058,7}}{23,04}$; $lg\left(\frac{S}{S_1}\right) = \frac{1}{2}lg3058,7 - lg23,04 = \frac{3,48554}{2} - 1,36248 = 1,74277 - 1,36248 = 0,38029$; $S : S_1 = 2,4$ (приблизит.).

462. Одинъ изъ катетовъ прямоугольнаго треугольника $= a$, другой $= b$. Опредѣлить объемъ тѣла, производимаго вращеніемъ треугольника около гипотенузы.

Рѣшеніе. Отъ вращенія треугольника ABC (чертежъ 8) около гипотенузы BC получатся два конуса BAD и CAD. Объемъ V_1 I-го $= \frac{1}{3}\pi . AE^2 . BE$,

объемъ V_2 II-го $= \frac{1}{3}\pi \, . \, AE^2 \, . \, EC$; $V_1 + V_2 = \frac{1}{3}\pi \; . \; AE^2(BE + EC) =$ $= \frac{1}{3}\pi AE^2 \, . \, BC$. Чтобы опредѣлить AE, опредѣлимъ сначала BC. Имѣемъ:

$$BC = \sqrt{AB^2 + AC^2} = \sqrt{a^2 + b^2}.$$

Принимая во вниманіе, что $BC \, . \, AE = AB \, . \, AC$ (и правая, и лѣвая часть представляютъ удвоенную площадь одного и того же треугольника) получимъ уравненіе: $\sqrt{a^2+b^2} \, . \, AE = ab$, откуда $AE = \frac{ab}{\sqrt{a^2+b^2}}$.

Подставляя въ $\frac{1}{3}\pi AE^2 \, . \, BC$, вмѣсто AE и BC, ихъ найденныя значенія. мы получимъ: $V_1 + V_2 = \frac{1}{3}\pi \, . \, \frac{a^2b^2}{a^2+b^2} \, . \, \sqrt{a^2+b^2} = \frac{\pi a^2b^2}{3\sqrt{a^2+b^2}}$.

463. Изъ вершины A прямоугольнаго треугольника ABC (чертежъ 9) опущенъ перпендикуляръ AM на гипотенузу BC. Фигура вращается около катета AB. Зная, что $AB + BC = a = 240{,}14$ метра, а уголъ $B = 47°15'$, опредѣлить объемъ тѣла, образуемаго вращеніемъ треугольника AMC.

Рѣшеніе. Отъ вращенія треугольника AMC около AB, очевидно, получится усѣченный конусъ $CADENM$, изъ котораго вынутъ полный конусъ $MAEN$, и, слѣдовательно, искомый объемъ тѣла вращенія будетъ = объему усѣченнаго конуса безъ объема полнаго конуса, т.-е. $V_x = V_{CADENM} - V_{MAEN} = \frac{\pi NA}{3}(AC^2 +$ $+ NM^2 + AC \, . \, NM) - \frac{\pi \, . \, NA \, . \, NM^2}{3} = \frac{\pi NA}{3}(AC^2 + AC \, . \, NM) \; . \; . \; . \; . \; (1)$. Пусть $AB = x$; изъ прямоугольнаго треугольника ABC найдемъ: $AC =$ $= ABtgB = xtgB$, и $BC = \frac{x}{CosB}$; изъ прямоугольнаго же треугольника AMB получимъ: $AM = ABSinB = xSinB$; наконецъ, изъ прямоугольнаго треугольника MNA найдемъ: $NA = AMCos\angle NAM = xSin^2B$, и $NM = AMCos\angle NMA =$ $= xSinBCosB$. Согласно же условію, $AB + BC = a = 240{,}14$ метра, т.-е. $x + \frac{x}{CosB} = a$, или $x(1 + CosB) = aCos$B, откуда $x = \frac{aCosB}{1+CosB} = \frac{aCosB}{2Cos^2\frac{B}{2}}$.

Найденныя значенія для x, NA, AC и NM подставляемъ въ выраженіе (1):

$$V_x = \frac{\pi x^3 Sin^2B}{3}(tg^2B + Sin^2B) = \frac{\pi x^3 Sin^4B}{3}\left(1 + \frac{1}{Cos^2B}\right) =$$

$$= \frac{\pi a^3 Cos^3B Sin^4B}{24Cos^6\frac{B}{2}}\left(1 + \frac{1}{Cos^2B}\right) = \frac{\pi a^3 Cos^3B \, . \, Sin^4B}{24Cos^6\frac{B}{2} \, . \, Cos^2\varphi}, \text{ гдѣ } tg\varphi = \frac{1}{CosB} = \frac{1}{Cos47°15'},$$

или $lgtg\varphi =$ доп. $lgCos47°15' = 0{,}16826$

$$\begin{array}{r} -802 - 55°49'53'' \\ \hline 24 - 53''; \end{array}$$

слѣдовательно, $arclgtg\varphi = 55°49'53''$, а потому

$$V_x = \frac{\pi \, . \, 240{,}14^3 \, . \, Cos^3 47°15' \, . \, Sin^4 47°15'}{24Cos^6 23°37'30'' Cos^2 55°49'53''},$$

или $lgV_x = lg\pi + 3lg240{,}14 + 3lgCos47°15' + 4lgSin47°15' +$ доп. $lg24 +$ $+ 6$ доп. $lgCos23°37'30'' + 2$ доп. $lgCos55°49'53'' = 0{,}49715 + 7{,}14138 + 9{,}49522 +$ $+ 9{,}46356 + 8{,}61979 + 0{,}22809 + 0{,}50110 = 5{,}94629$

$$\begin{array}{r} -626 - 883675 \\ \hline 3 \\ -2{,}8 - 7 \\ \hline 0{,}2 - 0{,}5 \\ \hline 75 \end{array}$$

Итакъ, $V_x = 883675$ *кубическихъ метровъ.*

464. Длины сторонъ треугольника, въ футахъ, суть 36, 29 и 25. Опредѣлить длину каждой изъ трехъ его высотъ.

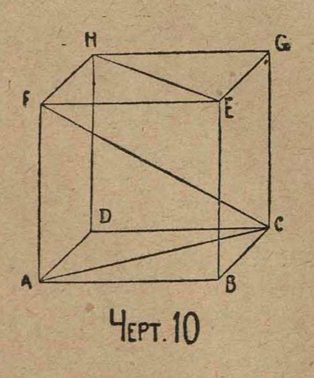
Рѣшеніе. Пользуясь теоремой, что площадь треугольника по тремъ сторонамъ его a, b и c равна $\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$, гдѣ p — полупериметръ, найдемъ площадь даннаго треугольника: $S\Delta = \sqrt{45.9.16.20} = 3.4.30 = 360$ квадр. футовъ. Но, съ другой стороны, принявъ сторону въ 36 футовъ за основаніе треугольника и обозначивъ высоту относительно этой стороны черезъ h_1, найдемъ: площадь треугольника $S = \frac{36 \cdot h_1}{2} = 18h_1 = 360$, откуда $h_1 = 20$ *футовъ*. Принявъ сторону въ 29 футовъ за основаніе и обозначивъ черезъ h_2 высоту относительно этой стороны, находимъ: $S\Delta = \frac{29h_2}{2} = 360$, откуда $h_2 = 24\frac{24}{29}$ *фута*. Наконецъ принявъ сторону въ 25 футовъ за основаніе и обозначивъ черезъ h_3 высоту относительно этой стороны, имѣемъ: $S\Delta = \frac{25h_3}{2} = 360$, откуда $h_3 = 28\frac{4}{5}$ *фута*.

465. Прямой параллелепипедъ $ABCDEFGH$ (чертежъ 10) имѣетъ въ основаніи параллелограммъ, въ которомъ діагональ $AC = 14{,}278$ дцм., сторона $CB = \frac{1}{4}AC$, и уголъ $ABC = 106°6'7''$. Діагональ параллелепипеда FC образуетъ съ плоскостью основанія уголъ $\varphi = 57°46'51''$. Найти объемъ параллелепипеда, а также уголъ между діагоналями основаній AC и EH.

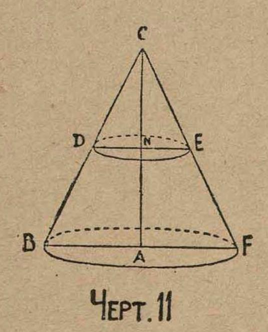
Рѣшеніе. Объемъ параллелепипеда $ABCDEFGH$ будетъ равняться площади основанія $ABCD$, умноженной на высоту AF. Площадь основанія $ABCD =$ $=$ удвоенной площади треугольника ACB; $S_{\Delta ACB} = \frac{AC \cdot CB \cdot Sin\angle ACB}{2}$; слѣдовательно, намъ необходимо опредѣлить $\angle ACB$. По теоремѣ синусовъ составимъ пропорцію: $\frac{Sin\angle CAB}{Sin\angle ABC} = \frac{CB}{AC} = \frac{1}{4}$, откуда $Sin\angle CAB = \frac{Sin\angle ABC}{4} =$ $= \frac{Sin106°6'7''}{4} = \frac{Sin73°53'53''}{4}$, или $lgSin\angle CAB = lgSin73°53'53'' - lg4 =$

$$= 9{,}98262$$
$$- 0{,}60206$$
$$9{,}38056$$
$$-011 \quad -13°53'53''$$
4:
—42,5 —[illegible]
2,5 —3.

Итакъ, $\angle CAB = 13°53'53''$,
а $\angle ACB = 180° - (\angle CAB +$
$+ \angle ABC) = 180° - 120° = 60°$.
Слѣдовательно, $S_{\square}BACD =$
$= \frac{1}{4}AC^2Sin60°$.



Черт. 10



Черт. 11

Высоту же AF параллелепипеда опредѣлимъ изъ прямоугольнаго треугольника AFC, а именно: $AF = AC.tg\angle FCA = AC \cdot tg\varphi$. Слѣдовательно, $V_x =$ $= \frac{1}{4}AC^3Sin60°tg\varphi = \frac{14{,}278^3 \cdot Sin60° \cdot tg57°46'51''}{4}$, или $lgV_x = 3lg14{,}278 +$ $+ lgSin60° + lgtg57°46'51'' +$ доп. $lg4 = 3{,}46401 + 9{,}93753 + 0{,}20052 +$ $+ 9{,}39794 = 3{,}00000$. Итакъ, $V_x = 1000$ *куб. децим.*

Теперь найдемъ уголъ между діагоналями основаній AC и EH, или, что все равно, $\angle COB$ между діагоналями AC и DB, ибо $DB \parallel EH$. По теоремѣ

синусовъ, напишемъ пропорцiи: $\frac{Sin \angle COB}{Sin \angle OBC} = \frac{BC}{OC} = \frac{1}{4} AC : \frac{1}{2} AC = \frac{1}{2}$, или $\frac{1}{2} =$

$$= \frac{Sin \angle COB}{Sin(60^\circ + \angle COB)} = \frac{Sin \angle COB}{\frac{\sqrt{3}}{2} Cos \angle COB + \frac{1}{2} Sin \angle COB} = \frac{2}{\sqrt{3} ctg \angle COB + 1},$$

или $Cotg \angle COB = \frac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}$. $\frac{lg 3}{2} = 0,23856$

$-856 - 30^\circ$.

Итакъ, $\angle COB = 30^\circ$.

466. Въ прямоугольномъ треугольникѣ ABC, у котораго катетъ $AC = b$ и катетъ $AB = c$, черезъ середину M стороны AC проведена линiя DM, параллельная AB. Опредѣлить боковую поверхность усѣченнаго конуса, производимаго вращенiемъ трапецiи $BDMA$ около AC.

Рѣшенiе. Поверхность S усѣченнаго конуса, который получится отъ вращенiя трапецiи $BDMA$ около AC (чертежъ 11), $= \pi (DM + BA) BD$. Изъ планиметрiи извѣстно, что линiя, проведенная черезъ середину стороны треугольника параллельно основанiю, равняется половинѣ основанiя и дѣлитъ противоположную сторону пополамъ. А потому $DM = \frac{AB}{2}$, и $BD = \frac{BC}{2} = \frac{\sqrt{AB^2 + AC^2}}{2}$. Подставляя въ выраженiе поверхности S вмѣсто DM, AB и BD ихъ значенiя, получимъ: $S = \pi\left(\frac{c}{2} + c\right)\frac{\sqrt{b^2 + c^2}}{2} = \frac{3}{4}\pi c \sqrt{b^2 + c^2}$.

Тригонометрическій задачникъ.

Формулы сложенія, вычитанія, умноженія и дѣленія.

(Къ главѣ IV-ой курса: §§ 28—32).

109. Вычислить $Sin(\alpha+\beta)$ и $Cos(\alpha+\beta)$, полагая, что $Sn\alpha = \frac{1}{2}$ и $Sn\beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

Рѣшеніе. $Sn(\alpha+\beta) = Sn\alpha\, Cos\beta + Cos\alpha\, Sn\beta$.

Значитъ, для вычисленія $Sn(\alpha+\beta)$ надо знать, кромѣ данныхъ $Sn\alpha$ и $Sn\beta$, еще Cos'ы «α» и «β».

$$Sn\alpha = \frac{1}{2}\Big\}\ Cos\alpha = \sqrt{1-Sn^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{1}{4}} = \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$Sn\beta = \frac{\sqrt{3}}{2}\Big\}\ Cos\beta = \sqrt{1-\frac{3}{4}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}$$

$$Sn(\alpha+\beta) = Sn\alpha\, Cos\beta + Cos\alpha\, Sn\beta = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{4} + \frac{3}{4} = 1.$$

Подобнымъ же образомъ опредѣляемъ, что $Cos(\alpha+\beta) = 0$.

110. Вычислить $Tg(\alpha+\beta)$ и $Tg(\alpha-\beta)$, полагая, что $Tg\alpha = 5$, $Tg\beta = 0,1$.

Отвѣтъ. $Tg(\alpha+\beta) = \frac{51}{5}$; $Tg(\alpha-\beta) = \frac{49}{15}$.

111. Упростить выраженіе $Sin(30^\circ+\alpha) + Sin(30^\circ-\alpha)$.

Рѣшеніе. $Sn(30^\circ+\alpha) + Sn(30^\circ-\alpha) = Sn\,30^\circ Cos\alpha + Cos30^\circ Sn\alpha + Sin\,30^\circ Cos\alpha - Cos30^\circ Sin\alpha = 2Sn30^\circ Cos\alpha = 2\cdot\frac{1}{2}Cos\alpha = Cos\alpha$.

112. Упростить выраженіе $Cos(\alpha+45^\circ) - Cos(45^\circ-\alpha)$.

Отвѣтъ. $-\sqrt{2}\,Sn\alpha$.

Показать справедливость формулъ:

113. $$\frac{Csn(\alpha-\beta) - Sn\alpha\, Sn\beta}{Sn\alpha\,.\,Cos\beta} = Ctg\alpha$$

Рѣшеніе.

$$\frac{Csn(\alpha-\beta) - Sn\alpha\, Sn\beta}{Sn\alpha\, Cos\beta} = Ctg\alpha$$

$$\frac{Csn\alpha\, Csn\beta + Sn\alpha\, Sn\beta - Sn\alpha\, Sn\beta}{Sn\alpha\, Cos\beta} = Ctg\alpha$$

$$\frac{Csn\alpha\, Cos\beta}{Sn\alpha\, Cos\beta} = Ctg\alpha$$

$$\frac{Cos\alpha}{Sn\alpha} = Ctg\alpha$$

$$Ctg\alpha = Ctg\alpha.$$

114. $Sn(\alpha+\beta)\,Sn(\alpha-\beta) = (Sn\alpha + Sn\beta)(Sn\alpha - Sn\beta)$.

Рѣшеніе. $Sn(\alpha+\beta)\,Sn(\alpha-\beta) = (Sn\alpha + Sn\beta)(Sn\alpha - Sn\beta)$

$(Sn\alpha\, Cos\beta + Cos\alpha\, Sn\beta)(Sn\alpha\, Cos\beta - Cos\alpha\, Sn\beta) = (Sn\alpha + Sn\beta)(Sn\alpha - Sn\beta)$

Въ обѣихъ частяхъ равенства имѣемъ произведеніе суммы двухъ количествъ на разность тѣхъ же количествъ; слѣдов.,

$$Sn^2\alpha\,Cos^2\beta - Cos^2\alpha\,Sn^2\beta = Sn^2\alpha - Sn^2\beta.$$

Замѣняемъ Cos'ы ихъ значеніями черезъ Sin'ы:

$$Sn^2\alpha\,(1 - Sn^2\beta) - (1 - Sn^2\alpha)\,Sn^2\beta = Sn^2\alpha - Sn^2\beta$$

$$Sn^2\alpha - Sn^2\alpha\,Sn^2\beta - Sn^2\beta + Sn^2\alpha\,Sn^2\beta = Sn^2\alpha - Sn^2\beta$$

$$Sn^2\alpha - Sn^2\beta = Sn^2\alpha - Sn^2\beta.$$

115. Вычислить $Sin\,75°$, зная $Sin\,45°$ и $Sin\,30°$.

Рѣшеніе. $Sin\,75°$ представимъ, какъ Sin суммы $45° + 30°$; тогда $Sin\,75° =$

$$= Sn\,(45°+30°) = Sn\,45°Cos\,30° + Cos\,45°Sin\,30° = \frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\frac{1}{2} =$$

$$= \frac{\sqrt{6}}{4} + \frac{\sqrt{2}}{4} = \frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{4}.$$

116. Выразить $Sin2\alpha$ только черезъ $Cos\alpha$.

Рѣшеніе. $Sin\,2\alpha = 2Sn\alpha\,.\,Cos\alpha = 2\sqrt{1 - Cos^2\alpha}\,.\,Cos\alpha.$

117. Зная $Sin30°$ и $Cos30°$, опредѣлить $Sin60°$ и $Cos60°$ по формуламъ умноженія.

Рѣшеніе. $Sn60° = 2Sn30°\,Cos30° = 2\,.\,\frac{1}{2}\,.\,\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}.$

$$Cos60° = Cos^2 30° - Sn^2 30° = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 - \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{3}{4} - \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}.$$

118. Зная функціи угла въ $30°$, опредѣлить функціи угла въ $15°$.

Рѣшеніе. Здѣсь, очевидно, надо пользоваться формулами дѣленія; дѣйствительно,

$$Sn\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 - Cos\alpha}{2}}\Big\}\ Sn15° = \sqrt{\frac{1 - Cos30°}{2}} = \sqrt{\frac{1 - \frac{\sqrt{3}}{2}}{2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 - \sqrt{3}}{4}} = \frac{1}{2}\sqrt{2 - \sqrt{3}}.$$

$$Tg\frac{\alpha}{2} = \frac{1 - Cos\alpha}{Sn\alpha}\Big\}\ Tg15° = \frac{1 - Cos30°}{Sn30°} = \frac{1 - \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{(2 - \sqrt{3})\,2}{2\,.\,1} = 2 - \sqrt{3}$$

и т. д.

119. Выразить $Sn4\alpha$ и $Cos4\alpha$ черезъ $Sn\alpha$.

Рѣшеніе. $Sn4\alpha = 2Sn2\alpha\,.\,Cos2\alpha = 2\,.\,2\,.\,Sn\alpha\,Cos\alpha\,(Cos^2\alpha - Sn^2\alpha) =$
$= 4\,Sn\alpha\,Cos\alpha\,(Cos^2\alpha - Sn^2\alpha) = 4\,Sn\alpha\sqrt{1 - Sn^2\alpha}(1 - Sn^2\alpha - Sn^2\alpha) =$
$= 4\,Sn\alpha\sqrt{1 - Sn^2\alpha}\,.\,(1 - 2Sn^2\alpha).$

$Cos\,4\alpha = Cos^2 2\alpha - Sn^2 2\alpha = (Cos^2\alpha - Sn^2\alpha)^2 - 4\,Sn^2\alpha\,.\,Cos^2\alpha = (1 - Sn^2\alpha -$
$- Sn^2\alpha)^2 - 4\,Sn^2\alpha\,(1 - Sn^2\alpha) = (1 - 2\,Sn^2\alpha)^2 - 4\,Sn^2\alpha\,(1 - Sn^2\alpha) = 1 -$
$- 4\,Sn^2\alpha + 4\,Sn^4\alpha - 4\,Sn^2\alpha + 4\,Sn^4\alpha = 8\,Sn^4\alpha - 8\,Sn^2\alpha + 1.$

120. Въ равнобедренномъ треугольникѣ косинусъ угла при вершинѣ равенъ $\frac{1}{2}$; опредѣлить синусъ и косинусъ угла при основаніи.

Рѣшеніе. Обозначимъ уголъ при вершинѣ равнобедреннаго треугольника черезъ «a»; тогда уголъ при основаніи будетъ равенъ $\frac{180° - a}{2} = 90° - \frac{a}{2}$.

Теперь $Sin\,(90° - \frac{a}{2}) = Cos\frac{a}{2}$, но $Cos\frac{a}{2} = \sqrt{\frac{1 + Cos a}{2}}$; изъ условія намъ извѣстно, что $Cos a = \frac{1}{2}$; значитъ, *синусъ угла при основаніи* $= Cos\frac{a}{2} =$

$=\sqrt{\frac{1+\frac{1}{2}}{2}}=\sqrt{\frac{3}{4}}=\frac{\sqrt{3}}{2}$. Зная синусъ угла при основанiи, нетрудно найти, что его косинусъ $=\frac{1}{2}$.

121. Найти $Sina$, полагая, что $Ctg\frac{a}{2}=4$.

Рѣшенiе. $Sna=2Sn\frac{a}{2}Cos\frac{a}{2}$; значитъ, надо опредѣлить, чему $=Sn\frac{a}{2}$ и $Cos\frac{a}{2}$.

$$Csc\frac{a}{2}=\sqrt{Ctg^2\frac{a}{2}+1}=\sqrt{4^2+1}=\sqrt{17};$$

$$Sin\frac{a}{2}=\frac{1}{Csc\frac{a}{2}}=\frac{1}{\sqrt{17}};\ Cos\frac{a}{2}=\sqrt{1-Sn^2\frac{a}{2}}=\sqrt{1-\frac{1}{17}}=\sqrt{\frac{16}{17}}=\frac{4}{\sqrt{17}}$$

слѣдов.,

$$Sna=2\cdot\frac{1}{\sqrt{17}}\cdot\frac{4}{\sqrt{17}}=\frac{2\cdot1\cdot4}{\sqrt{17}\cdot\sqrt{17}}=\frac{8}{17}.$$

Показать справедливость формулъ:

122. $Csc2\alpha=\frac{Sc\alpha\cdot Csc\alpha}{2}$.

Рѣшенiе. $Csc2\alpha=\frac{Sc\alpha\cdot Csc\alpha}{2}$; $\frac{1}{Sn2\alpha}=\frac{\frac{1}{Cs\alpha}\cdot\frac{1}{Sn\alpha}}{2}$; $\frac{1}{Sn2\alpha}=\frac{1}{2Cs\alpha Sn\alpha}$; $\frac{1}{Sn2\alpha}=\frac{1}{Sn2\alpha}$.

123. $Tg^2(45^\circ+\alpha)=\frac{1+Sn2\alpha}{1-Sn2\alpha}$.

124. $\frac{1+2\,Cos2\alpha}{2\,Cos2\alpha-1}=\frac{Ctg(30^\circ-\alpha)}{Tg(30^\circ+\alpha)}$.

Рѣшить уравненiя:

125. Опредѣлить $Sn\chi$ изъ уравненiя: $2Sn\chi=Csn(60^\circ-\chi)$.

Рѣшенiе.
$$2Sn\chi=Csn(60^\circ-\chi)$$
$$2Sn\chi=Csn\,60^\circ Cos\chi+Sn\,60^\circ Sn\chi$$
$$2Sn\chi-Sn\,60^\circ Sn\chi=Cos\,60^\circ Cos\chi$$
$$(2-Sn\,60^\circ)Sn\chi=Cos\,60^\circ.\sqrt{1-Sn^2\chi}$$
$$(2-Sn\,60^\circ)^2Sn^2\chi=Cos^2 60^\circ(1-Sn^2\chi)$$
$$(2-Sn\,60^\circ)^2Sn^2\chi=Cos^2 60^\circ-Cos^2 60^\circ Sn^2\chi$$
$$(2-Sn\,60^\circ)^2Sn^2\chi+Cos^2 60^\circ Sn^2\chi=Cos^2 60^\circ$$
$$[(2-Sn\,60^\circ)^2+Cos^2 60^\circ]Sn^2\chi=Cos^2 60^\circ$$

$$Sn^2\chi=\frac{Cos^2 60^\circ}{[(2-Sn\,60^\circ)^2+Cos^2 60^\circ]};\ Sn^2\chi=\frac{\left(\frac{1}{2}\right)^2}{\left[\left(2-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2+\left(\frac{1}{2}\right)^2\right]}=$$

$$=\frac{1}{4\cdot\left[\left(\frac{4-\sqrt{3}}{2}\right)^2+\frac{1}{4}\right]};\ Sn^2\chi=\frac{1}{4\left(\frac{(4-\sqrt{3})^2}{4}+\frac{1}{4}\right)}=\frac{1}{(4-\sqrt{3})^2+1}=$$

$$=\frac{1}{16-2\cdot4\sqrt{3}+3+1}=\frac{1}{20-8\sqrt{3}};\ Sn\chi=\sqrt{\frac{1}{20-8\sqrt{3}}}=\frac{1}{\sqrt{20-8\sqrt{3}}}=$$

$$=\frac{1}{2\sqrt{5-2\sqrt{3}}}.$$

126. Опредѣлить $Sn\chi$ изъ уравненія: $a^2Csn^2\chi = \frac{b^2(1+Csn\,2\chi)}{1-Csn\,2\chi}$.

Рѣшеніе. $a^2Csn^2\chi = \frac{b^2(1+Csn2\chi)}{1-Csn2\chi}$; $a^2Csn^2\chi = \frac{b^2(1+Csn^2\chi-Sn^2\chi)}{1-Csn^2\chi+Sn^2\chi}$;
$a^2Csn^2\chi = \frac{b^2(1+Csn^2\chi-1+Csn^2\chi)}{1-Csn^2\chi+1-Csn^2\chi}$; $a^2Csn^2\chi = \frac{b^2 2Csn^2\chi}{2-2Csn^2\chi}$; $a^2Csn^2\chi = \frac{b^2Csn^2\chi}{1-Csn^2\chi}$;
$a^2 = \frac{b^2}{1-Csn^2\chi}$; $1-Csn^2\chi = \frac{b^2}{a^2}$; $Sn^2\chi = \frac{b^2}{a^2}$; $Sn\chi = \sqrt{\frac{b^2}{a^2}} = \frac{b}{a}$.

Преобразованіе суммы и разности функцій.

(Къ главѣ V-ой курса: §§ 33 и 34).

Упростить и привести къ виду, удобному для логариѳмированія, выраженія:

127. $Sn48^\circ + Sn34^\circ$.

Рѣшеніе. $Sn48^\circ + Sn34^\circ = 2Sn\frac{48^\circ+34^\circ}{2}\,Cos\frac{48^\circ-34^\circ}{2} = 2Sn41^\circ Cos7^\circ$.

128. $Sn^2\chi - Sn^2z$.

Рѣшеніе. $Sn^2\chi - Sn^2z = (Sn\chi + Snz)(Sn\chi - Snz)$

$$Sn^2\chi - Sn^2z = 2Sn\frac{\chi+z}{2}\,Cos\frac{\chi-z}{2}\,.\,2Cos\frac{\chi+z}{2}\,Sn\frac{\chi-z}{2}$$

$$Sn^2\chi - Sn^2z = 2Sn\frac{\chi+z}{2}\,Cos\frac{\chi+z}{2}\,.\,2Sn\frac{\chi-z}{2}\,Cos\frac{\chi-z}{2}$$

$$Sn^2\chi - Sn^2z = Sn2\,.\left(\frac{\chi+z}{2}\right).\,Sn2\left(\frac{\chi-z}{2}\right)$$

$$Sn^2\chi - Sn^2z = Sn(\chi+z)\,Sn(\chi-z).$$

129. $\frac{Sin45^\circ + Sn23^\circ}{Sn45^\circ - Sn23^\circ}$.

Рѣшеніе. $\frac{Sn45^\circ + Sn23^\circ}{Sn45^\circ - Sn23^\circ} = \frac{Tg\frac{45^\circ+23^\circ}{2}}{Tg\frac{45^\circ-23^\circ}{2}} = \frac{Tg\,34^\circ}{Tg\,11^\circ}$.

130. $Sn\,a + Cos\,b$.

Рѣшеніе. $Sn\,a + Cos\,b = Sn\,a + Sn(90^\circ - b) = 2Sn\frac{a+90^\circ-b}{2}\,.\,Cos\frac{a-90^\circ+b}{2} =$
$= 2\,Sn\left(45^\circ + \frac{a-b}{2}\right)\,Cos\left(\frac{a+b}{2} - 45^\circ\right)$.

131. $Sn\,a + 1$.

Рѣшеніе. Такъ какъ $Sn\,90^\circ = 1$, то, слѣдовательно,
$Sn\,a + 1 = Sn\,a + Sn\,90^\circ = Sn\,90^\circ + Sn\,a = 2\,Sn\frac{90^\circ+a}{2}\,Cos\frac{90^\circ-a}{2} =$
$= 2\,Sn\left(45^\circ + \frac{a}{2}\right)\,Cos\left(45^\circ - \frac{a}{2}\right)$.

132. $Csc\,\alpha - Ctg\,\alpha$.

Рѣшеніе. $Csc\,\alpha - Ctg\,\alpha = \frac{1}{Sn\,\alpha} - Ctg\,\alpha = \frac{1 - Ctg\,\alpha\,Sn\,\alpha}{Sn\,\alpha} = \frac{1 - \frac{Cos\alpha}{Sn\alpha}\,.\,Sn\alpha}{Sn\alpha} =$
$= \frac{1 - \frac{Cos\alpha\,.\,Sn\alpha}{Sn\alpha}}{Sn\alpha} = \frac{1 - Cos\alpha}{Sn\alpha}$ [1] $= \frac{2\,Sn^2\frac{\alpha}{2}}{Sn\alpha} = \frac{2Sn^2\frac{\alpha}{2}}{2Sn\frac{\alpha}{2}\,Cos\frac{\alpha}{2}} = \frac{Sn\frac{\alpha}{2}}{Cos\frac{\alpha}{2}} = Tg\frac{\alpha}{2}$.

[1] Изъ формулы $Sn\frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{1-Cos\alpha}}{2}$ имѣемъ, что $2\,Sn^2\frac{\alpha}{2} = 1 - Cos\alpha$.

133. $1 + Sn\alpha + Cos\alpha$.

Рѣшеніе. $1 + Sn\alpha + Cos\alpha = (1 + Cos\alpha) + Sn\alpha = 2\,Cos^2\frac{\alpha}{2} + Sn\alpha =$
$= 2Cos^2\frac{\alpha}{2} + 2Sn\frac{\alpha}{2}\;Cos\,\frac{\alpha}{2} = 2\,Cos\frac{\alpha}{2}\left(Cos\frac{\alpha}{2} + Sn\frac{\alpha}{2}\right) = 2Cos\frac{\alpha}{2}\left[Cos\frac{\alpha}{2} +\right.$
$\left. + Cos\left(90° - \frac{\alpha}{2}\right)\right] = 2\,Cos\frac{\alpha}{2}\cdot 2\,Cos\,\frac{\frac{\alpha}{2} + 90° - \frac{\alpha}{2}}{2}\;Cos\,\frac{\frac{\alpha}{2} - 90° + \frac{\alpha}{2}}{2} =$
$= 4\,Cos\,\frac{\alpha}{2}\;Cos\,45°Cos\,\frac{\alpha - 90°}{2} = 4\,Cos\,\frac{\alpha}{2}\,.\,\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot Cos\left(\frac{\alpha}{2} - 45°\right) =$
$= 2\sqrt{2}\;Cos\frac{\alpha}{2}\,.\,Cos\left(\frac{\alpha}{2} - 45°\right).$

Доказать тождества (показать справедливость формулъ):

134. $\frac{Csn\,(a - b) + Csn\,(a + b)}{2} = Csna\;Csnb.$

Рѣшеніе. $\frac{Csn\,(a - b) + Csn\,(a + b)}{2} = Csna\;Csnb$

$Csn\,(a - b) + Csn\,(a + b) = 2\,Csna\,Csnb$

$2\,Csn\,\frac{(a - b) + (a + b)}{2}\;Csn\;\frac{(a - b) - (a + b)}{2} = 2\,CsnaCsnb$

$2\,Csn\,\frac{a - b + a + b}{2}\;Csn\;\frac{a - b - a - b}{2} = 2\,Csna\;Csnb$

$2\,Csn\frac{2a}{2}\;.\;Csn\;\frac{-2b}{2} = 2\,Csn\,a\;\;Csn\,b$

$2\,Csn\,a\;\;Cos\,(-b)$ [1] $= 2\,Csn\,a\;\;Csn\,b$

$2\,Cos\,a\;\;Cos\,b = 2\,Csn\,a\;\;Csn\,b.$

135. $Sn^2\,(a + b) - Sn^2\,(a - b) = Sn\,2a\;\;Sn\,2b.$

Рѣшеніе. $Sn^2\,(a + b) - Sn^2\,(a - b) = Sn\,2a\;\;Sn\,2b$

$[Sn\,(a + b) + Sn\,(a - b)]\;[Sn\,(a + b) - Sn\,(a - b)] = Sn\,2a\,Sn\,2b$

$2Sn\,\frac{a + b + a - b}{2}\,Csn\,\frac{a + b - a + b}{2}\cdot 2\;Cos\,\frac{a + b + a - b}{2}\,\cdot$

$\cdot\,Sn\,\frac{a + b - a + b}{2} = Sn2aSn2b$

$2\;Sna\,Csnb\;2\;Cosa\;Snb = Sn\;2a\;\;Sn\;2b$

$(2\;Sna.Cosa)\,(2\;Snb.Cosb) = Sn\;2a\;Sn\;2b$

$Sn\;2a.Sn\;2b = Sn\;2a\,Sn\;2b.$

136. $-\,Sn\,2a\,Sn\,2b = Csn^2(a + b) - Csn^2(a - b).$

137. $\frac{1}{Csn\;2a} = \frac{Ctga + Tga}{Ctga - Tga}.$

Рѣшеніе. $\frac{1}{Csn\;2a} = \frac{Ctga + Tga}{Ctga - Tga}$

$\frac{1}{Csn\;2a} = \frac{Tg\,(90° - a) + Tga}{Tg\,(90° - a) - Tga}$

$\frac{1}{Csn\;2a} = \frac{\frac{Sn\,(90° - a + a)}{Csn\,(90° - a)\;Csna}}{\frac{Sn\,(90° - a - a)}{Csn\,(90° - a)\;Csna}} = \frac{Sn\,(90° - a + a)}{Sn\,(90° - a - a)}$

$\frac{1}{Cos\;2a} = \frac{Sn90°}{Sn\,(90° - 2a)} = \frac{1}{Cos2a}$

[1] Такъ какъ $Csn\,(-\alpha) = Csn\alpha$.

Примѣненіе логариѳмическихъ таблицъ; введеніе вспомогательнаго угла [1]).

(Къ главѣ VI-ой курса: §§ 35—44).

138. Опредѣлить по таблицамъ логариѳмы функцій: $Sin\,23°56'$, $Cos\,19°24'$, $Tg\,44°12'$, $Ctg\,3°2'$.

Отвѣтъ. 9,60818; 9,97461; 9,98787; 1,27580.

139. Отыскать аргументы по логариѳмамъ [2]):
$lg\,Sn\chi = 9{,}29214$, $lg\,Cos\chi = 9{,}95482$, $lg\,Tg\chi = 9{,}79719$, $lg\,Ctg\chi = 0{,}05599$.

Отвѣтъ. 11°18', 25°41', 32°5', 41°19'.

140. Опредѣлить логариѳмы функцій: 1) $Sn\,35°26'14''$, 2) $Cos\,67°24'45''$, 3) $Tg\,27°55'27''$, 4) $Ctg\,22°44'33''$.

Рѣшеніе. 1) $lg\,Sn\,35°26'14'' = ?$

$lg\,Sn\,35°26'$ . . . . . 9.76324 — 10	60" . . 18 ст.
+ 14" . . . + 4	14" . . χ
$lg\,Sn\,35°26'14''$ . . . **9,76328 — 10**	$\frac{\chi}{18} = \frac{14}{60}\Big\}\ \chi = \frac{14.18}{60} = \frac{7.3}{5} = \frac{21}{5} = 4\frac{1}{5}$ ст.

2) $lg\,Cos\,67°24'45'' = ?$

$lg\,Cos\,67°24'$ . . . . 9,58467 — 10	60" . —31 ст.
+ 45" . . . —23	45" . . χ
$lg\,Cos\,67°24'45''$ . . . **9,58444 — 10**	$\frac{\chi}{-31} = \frac{45}{60}\Big\}\ \chi = \frac{45.-31}{60} = \frac{-3.31}{4} = -23\frac{1}{4}$.

3) $lg\,Tg\,27°55'27'' = ?$

$lg\,Tg\,27°55'$ . . . . . 9,72415 — 10	60" . . 30 ст.
+ 27" . . . + 14	27" . . χ
$lg\,Tg\,27°55'27''$ . . . **9,72429 — 10**	$\frac{\chi}{30} = \frac{27}{60}\Big\}\ \chi = \frac{27.30}{60} = \frac{27}{2} = 13\frac{1}{2}$ ст.

4) $lg\,Ctg\,22°44'33'' = ?$

$lg\,Ctg\,22°44'$ 0,37779	60" . —35 ст.
+ 33" . . . —19	33" . . χ
$lg\,Ctg\,22°44'33''$ . . . **0,37760**	$\frac{\chi}{-35} = \frac{33}{60}\Big\}\ \chi = \frac{33.-35}{60} = -\frac{77}{4} = -19\frac{1}{4}$.

141. Опредѣлить аргументы (углы) по логариѳмамъ ихъ функцій: 1) $lg\,Sn\chi = 9{,}48302$; 2) $lg\,Csn\chi = 9{,}72089$; 3) $lg\,Tg\chi = 9{,}91289$ и 4) $lgCtg\chi = 0{,}36712$.

---

[1]) Слѣдуетъ замѣтить, что для пріобрѣтенія достаточнаго опыта *необходимо перерѣшать абсолютно всѣ задачи даннаго отдѣла*, такъ какъ только тогда можно узнать всевозможные случаи, встрѣчающіеся въ практикѣ.

[2]) При логариѳмахъ Sin'овъ, Cos'овъ, Tg'овъ, меньшихъ 45°, и Ctg'овъ, большихъ 45°, всегда подразумѣвается—10; въ условіяхъ задачъ они обозначаться не будутъ; при рѣшеніи же задачъ ихъ обязательно надо писать.

Рѣшеніе.

1) $lg\,Sn\chi = 9{,}48302.$

$$\begin{array}{lr} 9{,}48302 & \\ -9{,}48292 \ldots\ldots lg\,Sn\,17°42' & \\ \hline 10 & \chi = \mathbf{17°42'15''}. \\ 9{,}48332 \ldots\ldots lg\,Sn\,17°43' & \end{array}$$

40 ст. . . . 60″
10 ст. . . . χ

$$\left.\frac{\chi}{60} = \frac{10}{40}\right\}\chi = \frac{10.60}{40} = 15''.$$

2) $lg\,Cos\chi = 9{,}72089$

$$\begin{array}{lr} 9{,}72096 \ldots\ldots lgCos58°16' & \\ -9{,}72089 & \chi = \mathbf{58°16'20''}. \\ \hline 7 & \\ 9{,}72075 \ldots\ldots lgCos58°17' & \end{array}$$

—21 ст. . . . 60″
— 7 ст. . . . χ

$$\left.\frac{\chi}{60} = \frac{-7}{-21}\right\}\chi = \frac{7.60}{21} = 20''.$$

3) $lg\,Tg\chi = 9{,}91289.$

$$\begin{array}{lr} 9{,}91289 & \\ -9{,}91276 \ldots\ldots lg\,Tg\,39°17' & \\ \hline 13 & \chi = \mathbf{39°17'31''}. \\ 9{,}91301 \ldots\ldots lg\,Tg\,39°18' & \end{array}$$

25 ст. . . . 60″
13 ст. . . . χ

$$\left.\frac{\chi}{60} = \frac{13}{25}\right\}\chi = \frac{13.60}{25} = \frac{13.12}{5} = \frac{156}{5} = 31{,}2''.$$

4) $lg\,Ctg\chi = 0{,}36712.$

$$\begin{array}{lr} 0{,}36725 \ldots\ldots lg\,Ctg\,23°14' & \\ -0{,}36712 & \chi = \mathbf{23°14'22''}. \\ \hline 13 & \\ 0{,}36690 \ldots\ldots lg\,Ctg\,23°15' & \end{array}$$

—35 ст. . . . 60″
—13 ст. . . . χ

$$\left.\frac{\chi}{60} = \frac{-13}{-35}\right\}\chi = \frac{13.60}{35} = \frac{13.12}{7} = \frac{156}{7} = 22\frac{2}{7}''.$$

142. Вычислить (съ точностью до 0,00001) значенія функцій: 1) $Tg50°$, 2) $Ctg\frac{\pi}{3}$, 3) $Cos72°38'$.

Рѣшеніе. 1) $lgTg50° = 0{,}07619$; $Tg50° = 1{,}19175$.

2) $Ctg\frac{\pi}{3} = Ctg\frac{180°}{3} = Ctg60°$; $lgCtg60° = 9{,}76144 - 10 = \bar{1}{,}76144$; $Ctg60° = 0{,}57735$.

3) *Отвѣтъ.* 0,29849.

143. Опредѣлить логариѳмы[1]) и вычислить значеніе функцій: 1) $Sin1°24'35''$, 2) $Ctg49'12''$.

Рѣшеніе. 1) $Sn1°24'35'' = ?$

$$\frac{Sn1°24'35''}{Sn1°24'} = \frac{1°24'35''}{1°24'} = \frac{5075''}{5040''},$$

откуда

$$Sn1°24'35'' = \frac{5075\,.\,Sn1°24'}{5040},$$

откуда

$$lgSn1°24'35'' = lg5075 + lgSn1°24' - lg5040.$$

[1]) Объясненіе способа опредѣленія синуса малыхъ дугъ см. въ вып. 29-омъ, § 43.

Чистовая сторона:

$lg5075 \ldots\ldots 3,70544$
$+\, lgSn1°24' \ldots\ldots 8,38796-10$
$-\, lg5040 \ldots\ldots 6,29757-10$

$lgSn1°24'35'' \ldots 18,39097-20$

$lgSn1°24'35'' = \overline{2},39097$

$Sn1°24'35'' =$ **0,0246.**

Черновая сторона:

$$lg5040 = 3,70243$$
$$-lg5040 = -3,70243 = -3,70243 + 10 - 10 = 6,29757-10.$$

Данное преобразованіе мы совершаемъ съ той цѣлью, чтобы въ чистовой сторонѣ производить только сложеніе логариѳмовъ, несмотря на то, что нѣкоторые изъ нихъ (какъ, напр., данный) по существу являются отрицательными. Это представляетъ большія удобства, такъ какъ вводитъ въ рѣшеніе логариѳмическихъ задачъ опредѣленный систематическій порядокъ, уменьшающій возможность ошибокъ въ передѣлкахъ.

2) $Ctg49'12'' = ?$

$$\frac{Ctg49'12''}{Ctg49'} = \frac{49'12''}{49} = \frac{2952''}{2940''},$$

откуда

$$Ctg49'12'' = \frac{2952\,.\,Ctg49'}{2940},$$

откуда

$$lgCtg49'12'' = lg2952 + lgCtg49' - lg2940$$

Чистовая сторона:

$lg2952 \ldots\ldots 3,47012$
$+\, lgCtg49' \ldots\ldots 1,84605$
$-\, lg2940 \ldots\ldots 6,53165-10$

$lgCtg49'12'' \ldots 11,84782-10$

$lgCtg49'12'' = 1,84782$

$Ctg49'12'' =$ **70,44.**

Черновая сторона:

$$lg2940 = 3,46835$$
$$-lg2940 = -3,46835 = -3,46835 - 10 + 10 = 6,53165-10.$$

Вычислить по логариѳмамъ:

144. $$\chi = \frac{24,6\,.\,\sqrt{Sn45°32'47''}}{0,35\,.\,Ctg^2 20°15'18''}.$$

Рѣшеніе. $$\chi = \frac{24,6\sqrt{Sn45°32'47''}}{0,35\,Ctg^2 20°15'18''}.$$

$$lg\chi = lg24,6 + \tfrac{1}{2}\,lgSn45°32'47'' - lg0,35 - 2lgCtg20°15'18''.$$

Чистовая сторона:	Черновая сторона:
$lg24,6 \ldots 1,39094$	1) $lgSn45°32' \ldots 9,85349-10$
$+\frac{1}{2}lgSn45°32'47'' \ldots 4,92679-5$	$+47'' \ldots +9$
$-lg0,35 \ldots 0,45593$	$lgSn45°32'47'' \ldots 9,85358-10$
$-2lgCtg20°15'18'' \ldots 9,13410-10$	$60''$ — 12 ст.
$lg\chi \ldots 15,90776-15$	$47''-\chi$
$lg\chi = 0,90776$	$\left.\frac{\chi}{12}=\frac{47}{60}\right\} \chi=\frac{47.12}{60}=9^2/_5$
$\chi = \mathbf{8,0865}.$	$\frac{1}{2}lgSn45°32'47''=9,85358-10 \mid 2$
	$49,2679-5.$
	2) $lg0,35=\bar{1},54407=-1+0,54407$
	$-lg0,35=-(-1+0,54407)=$
	$=+1-0,54407=0,45593.$
	3) $lgCtg20°15' \ldots 0,43307$
	$+18'' \ldots -12$
	$lgCtg20°15'18'' \ldots 0,43295$
	$60''-39$
	$18''-\chi$
	$\left.\frac{\chi}{39}=\frac{18}{60}\right\} \chi=\frac{18.39}{60}=11,7.$
	$2lgCtg20°15'18''=2.0,43295=0,86590$
	$-2lgCtg20°15'18''=-0,86590=$
	$=-0,86590+10-10=9,13410-10.$

145. $\chi=\frac{5\sqrt[3]{Csn10°39'25''}}{\sqrt[4]{Tg78°44'28''}}.$

Рѣшеніе. $\chi=\frac{5.\sqrt[3]{Csn10°39'25''}}{\sqrt[4]{Tg78°44'28''}}$

$$lg\chi=lg5+\frac{1}{3}lgCsn10°39'25''-\frac{1}{4}lgTg78°44'28''.$$

Чистовая сторона:	Черновая сторона:
$lg5 \ldots 0,69897$	1) $lgCsn10°39'25''=9,99244-10=$
$+\frac{1}{3}lgCsn10°39'25'' \ldots 9,99748-10$	$=-0,00756 \mid 3$
$-\frac{1}{4}lgTg78°44'28'' \ldots 9,82475-10$	$-0,00252$
$lg\chi \ldots 20,52120-20$	$\frac{1}{3}lgCsn10°39'25''=-0,00252=$
$lg\chi = 0,52120$	$=-0,00252+10-10=$
$\chi = \mathbf{3,3205}.$	$=9,99748-10.$
	2) $lgTg78°44'28''=0,70099 \mid 4$
	$0,17525$
	$+\frac{1}{4}lgTg78°44'28''=0,17525$
	$-\frac{1}{4}lgTg78°44'28''=-0,17525=$
	$=-0,17525+10-10=9,82475-10.$

146. $\chi=\frac{15,284}{\sqrt[5]{0,72.Ctg14°59'48''.Sn33°42'55''}}.$

Отвѣтъ. **22,595.**

Опредѣлить наименьшія положительныя значенія «X» (т.-е. опредѣлить углы) по уравненіямъ:

147. $SnX = \frac{5}{8}$.

Рѣшеніе. $SnX = \frac{5}{8}$

$lg\,SnX = lg5 - lg8.$

Чистовая сторона:	Черновая сторона:
$lg5 \ldots\ldots 0{,}69897$	$lg8 = 0{,}90309$
$-lg8 \ldots\ldots 9{,}09691 - 10$	$-lg8 = -0{,}90309 = -0{,}90309 +$
$lgSnX \ldots\ldots 9{,}79588 - 10$	$+10 - 10 = 9{,}09691 - 10.$
$X = 38°40'56''.$	

148. $2^{CsnX} = 1{,}5.$

Рѣшеніе. $2^{CsnX} = 1{,}5$

$CsnX\,.\,lg2 = lg1{,}5$

$CsnX = \frac{lg1{,}5}{lg2} = \frac{0{,}17609}{0{,}30103} = \frac{17609}{30103}$

$lgCsnX = lg17609 - lg30103.$

Чистовая сторона:	Черновая сторона:
$lg17609 \ldots\ldots 4{,}24573$	$lg30103 = 4{,}47861$
$-lg30103 \ldots\ldots 5{,}52139 - 10$	$-lg30103 = -4{,}47861 =$
$lgCsnX \ldots\ldots 9{,}76712 - 10$	$= -4{,}47861 + 10 - 10 = 5{,}52139 - 10.$
$X = 54°12'.$	

149. $CsnX = \frac{\sqrt{243{,}25\,Csn^3 186°28'}}{\sqrt[3]{323{,}56^2}}.$

Рѣшеніе. $CsnX = \frac{\sqrt{243{,}25\,Csn^3 186°28'}}{\sqrt[3]{323{,}56^2}}.$

Прежде чѣмъ логариѳмировать это выраженіе, приведемъ въ немъ функціи къ аргументамъ, меньшимъ 45°:

$$Csn\,186°28' = Csn\,(180° + 6°28') = -Csn6°28',$$
$$Csn^3 186°28' = (-Csn6°28')^3 = -Csn^3 6°28';$$

значитъ,

$$CsnX = \frac{\sqrt{243{,}25\,.\,-Csn^3 6°28'}}{\sqrt[3]{323{,}56^2}} = -\frac{\sqrt{243{,}25\,.\,Csn^3 6°28'}}{\sqrt[3]{323{,}56^2}}.$$

Отрицательныя числа не имѣютъ логариѳмовъ, и потому казалось бы, что логариѳмировать полученное выраженіе нельзя; но въ данномъ случаѣ (и во всѣхъ ему подобныхъ) знакъ надо отнести къ «$CsnX$», т.-е. считать Cos дуги «X» отрицательнымъ; это значитъ, что дуга «X» должна оканчиваться во второй или третьей четверти. Поэтому, будемъ логариѳмировать полученное выраженіе, какъ если бы оно было положительнымъ, замѣнивъ только «X» на «z»; когда же мы

найдемъ такимъ образомъ «z» (дугу, меньшую 90°), намъ нетрудно будетъ опредѣлить и «X», прибавивъ къ 180° дугу «z».

Итакъ:

$$Csnz = \frac{\sqrt{243{,}25 Csn^3 6°28'}}{\sqrt[3]{323{,}56^2}}$$

$$lgCsnz = \tfrac{1}{2} lg243{,}25 + 3lgCsn6°28' - \tfrac{2}{3} lg323{,}56.$$

Чистовая сторона:

$\tfrac{1}{2}lg243{,}25$ 1,19303
$+3lgCsn6°28'$ . . . 9,99169 — 10
$-\tfrac{2}{3}lg323{,}56$ . . . . 8,32670 — 10

$lgCsnz$ . . . . 19,51142 — 20

$lgCsnz = 9{,}51142 - 10$

$z = 71°3'20''.$

$X = 180° + z = 180° + 71°3'20'' =$

$= \mathbf{251°3'20''}.$

Черновая сторона:

1) $lg243{,}25 = 2{,}38605 \,|\, 2$; $1{,}19303.$

2) $lgCsn6°28' = 9{,}99723 - 10$
$\times 3$
$29{,}99169 - 30$
$9{,}99169 - 10.$

3) $lg323{,}56 = 2{,}50995$
$-\tfrac{2}{3}lg323{,}56 = -\frac{2{,}50995 . 2}{3} =$
$= -1{,}67330 = -1{,}67330 + 10 -$
$- 10 = 8{,}32670 - 10.$

Такимъ образомъ, мы нашли двѣ дуги: «z» и «X»; абсолютныя величины ихъ косинусовъ равны [$Csn(180° + z) = -Csnz$], но знаки ихъ различны, такъ какъ Cos дуги (z), оканчивающейся въ первой четверти, — положителенъ, Cos же дуги (X), оканчивающейся въ третьей четверти, — отрицателенъ; ясно, что вторая дуга и есть искомая.

150. $Sn X = -\frac{2{,}7188 . Cos^2 130°29'45''}{17{,}385 \sqrt{Tg\, 11°45'}}$.

Рѣшеніе. $Sn X = -\frac{2{,}7188 . Cos^2 130°29'45''}{17{,}385 \sqrt{Tg\, 11°45'}}$.

$$Cos\, 130°29'45'' = Cos\,(90° + 40°29'45'') = -Sn\, 40°29'45'';$$

слѣдовательно,

$$Cos^2\, 130°29'45'' = (-Sn\, 40°29'45'')^2 = Sn^2\, 40°29'45''.$$

$$Sn X = -\frac{2{,}7188 . Sn^2\, 40°29'45''}{17{,}385 \sqrt{Tg\, 11°45'}}$$

$$Sn Z = \frac{2{,}7188 . Sn^2\, 40°29'45''}{17{,}385 \sqrt{Tg\, 11°45'}}$$

$$lg\, SnZ = lg\, 2{,}7188 + 2\, lg\, Sn\, 40°29'45'' - lg\, 17{,}385 - \tfrac{1}{2} lgTg\, 11°45'.$$

Чистовая сторона:

$lg\, 2{,}7188$ 0,43438
$+2\, lg\, Sn\, 40°29'45''$. 9,62500 — 10
$-lg\, 17{,}385$ . . . . 8,75982 — 10
$-\tfrac{1}{2} lg\, Tg\, 11°45'$ . . . 0,34097

$lg\, SnZ$ . . . . . 19,16017 — 20

$lg\, SnZ$ . . . . . 9,16017 — 10

$Z = 8°18'51''.$

Черновая сторона:

1) $lg\, Sn40°29'45'' = 9{,}81250 - 10$
$\times\ 2$
$19{,}62500 - 20$
$9{,}62500 - 10.$

2) $-lg\, 17{,}385 = -1{,}24018 =$
$= 8{,}75982 - 10.$

3) $lg\, Tg\, 11°45' = 9{,}31806 - 10 =$
$= -0{,}68194 \,|\, 2$; $-0{,}34097$

$-\tfrac{1}{2} lg\, Tg\, 11°45' = -(-0{,}34097) =$
$= 0{,}34097.$

$$\chi = 180^\circ + Z = 180^\circ + 8^\circ18'51'' = \mathbf{188^\circ18'51''}.$$

151. $$Ctg\,\chi = -\frac{0{,}98^4\sqrt{2\,Csn\,80^\circ\,Sn14^\circ}}{0{,}753\,Ctg^2 21^\circ45'}.$$

Рѣшеніе. $$Ctg\,\chi = -\frac{0{,}98^4\sqrt{2\,Csn\,80^\circ\,Sn\,14^\circ}}{0{,}753\,.\,Ctg^2\,21^\circ45'}$$

$$Ctg Z = \frac{0{,}98^4\sqrt{2\,Csn\,80^\circ\,Sn\,14^\circ}}{0{,}753\,.\,Ctg^2\,21^\circ45'}$$

$$lg\,Ctg\,Z = 4\,lg\,0{,}98 + \tfrac{1}{2}lg\,2 + \tfrac{1}{2}lg\,Csn\,80^\circ + \tfrac{1}{2}lg\,Sn14^\circ -$$
$$- lg\,0{,}753 - 2\,lg\,Ctg\,21^\circ45'.$$

Чистовая сторона:

$4\,lg\,0{,}98$	$\bar{1}{,}96492$
$+\frac{1}{2}lg\,2$	$0{,}15052$
$+\frac{1}{2}lg\,Csn\,80^\circ$	$4{,}61983 - 5$
$+\frac{1}{2}lg\,Sn\,14^\circ$	$4{,}69184 - 5$
$-lg\,0{,}753$	$0{,}12321$
$-2\,lg\,Ctg\,21^\circ45'$ ...	$9{,}20186 - 10$
$lg\,Ctgz$	$18{,}75218 - 20$

$$lg\,Ctgz = 8{,}75218 - 10$$

$$z = 86^\circ45'55''.$$

$$\chi = 180^\circ - 86^\circ45'55'' = \mathbf{93^\circ14'5''}.$$

Черновая сторона:

1) $lg\,0{,}98 = \bar{1}{,}99123$ [1]

$$\begin{array}{r} \bar{1}{,}99123 \\ \times 4 \\ \hline \bar{1}{,}96492. \end{array}$$

2) $lg\,0{,}753 = \bar{1}{,}87679$

$-lg\,0{,}753 = -(-1 + 0{,}87679) =$
$= 1 - 0{,}87679 = 0{,}12321.$

3) $lg\,Ctg\,21^\circ45' = 0{,}39907$

$$\begin{array}{r} 0{,}39907 \\ \times 2 \\ \hline 0{,}79814 \end{array}$$

$-2\,lg\,Ctg\,21^\circ45' = -0{,}79814 =$
$= 9{,}20186 - 10.$

Привести къ виду, удобному для логариѳмическихъ вычисленій, и вычислить:

152. $Sn\,48^\circ + Sn\,12^\circ.$

Рѣшеніе. $\chi = Sn48^\circ + Sn12^\circ = 2Sn\,\frac{48^\circ+12^\circ}{2}\,Cos\,\frac{48^\circ-12^\circ}{2} = 2Sn30^\circ Cos18^\circ$

$$lg\chi = lg\,2 + lg\,Sn\,30^\circ + lg\,Cos\,18^\circ = \bar{1}{,}97821,$$

откуда

$$\chi = \mathbf{0{,}951}.$$

153. $\dfrac{Tg\,37^\circ12'45''}{Sn70^\circ14' - Csn\,52^\circ26'}.$

Рѣшеніе. $$\chi = \frac{Tg\,37^\circ12'45''}{Sn\,70^\circ14 - Csn\,52^\circ26'} = \frac{Tg\,37^\circ12'45''}{Csn\,(90^\circ - 70^\circ14') - Csn\,52^\circ26'} =$$
$$= \frac{Tg\,37^\circ12'45''}{Csn\,19^\circ46' - Csn\,52^\circ26'} = \frac{Tg\,37^\circ12'45''}{2\,Sn\,\dfrac{19^\circ46' + 52^\circ26'}{2}\,Sn\,\dfrac{52^\circ26' - 19^\circ46'}{2}} =$$
$$= \frac{Tg\,37^\circ12'45''}{2\,Sn\,36^\circ6'\,Sn\,16^\circ20'}.$$

Логариѳмируя полученное выраженіе и рѣшая въ дальнѣйшемъ, какъ и всѣ предшествующія задачи, найдемъ, что $\chi = \mathbf{2{,}292}$.

154. $\chi = 5 + 3Sn\,20^\circ.$

Рѣшеніе. $\chi = 5 + 3Sn\,20^\circ = \left(1 + \frac{3\,Sn\,20^\circ}{5}\right)5.$

---

[1]) Умножая на 4 девять десятыхъ (0,9), мы получаемъ 3,6; затѣмъ умножая —1) на 4, мы получаемъ *четыре отрицательныхъ единицы*; прибавивъ къ нимъ *три положительныхъ единицы*, мы получимъ въ суммѣ только *одну* отрицательную единицу.

Вводимъ вспомогательный уголъ «φ», полагая, что

$$tg^2\varphi = \frac{3Sn\,20^\circ}{5} \quad \ldots\ldots \text{(I-ое уравненіе)}$$

тогда

$$\chi = (1 + Tg^2\varphi)\,5 = Sec^2\varphi\,.\,5 = \frac{5}{Cos^2\varphi} \quad \ldots\ldots \text{(II-ое уравненіе)}.$$

Сначала опредѣляемъ изъ I-го уравненія уголъ «φ» и затѣмъ, подставивъ его значеніе во II-ое уравненіе, найдемъ значеніе «χ».

Итакъ,

$$Tg^2\varphi = \frac{3\,Sn\,20^\circ}{5},$$

откуда

$$Tg\varphi = \sqrt{\frac{3\,Sn\,20^\circ}{5}}.$$

$$lg\,Tg\varphi = \tfrac{1}{2}lg\,3 + \tfrac{1}{2}lg\,Sn\,20^\circ - \tfrac{1}{2}lg\,5\,^{1)} = 9{,}65610 - 10,$$

откуда

$$\varphi = 24^\circ 22' 14'';$$

слѣдовательно,

$$\chi = \frac{5}{Csn^2\,24^\circ 22' 14''}.$$

$$lg\chi = lg\,5 - 2\,lg\,Csn\,24^\circ 22' 14'' = 0{,}78003,$$

откуда

$$\chi = \mathbf{6{,}026}.$$

155. $\chi = \dfrac{100{,}02^3\,.\,Cos\,14^\circ 3' 48''}{Ctg\,14^\circ 3' 48'' - 12\,Tg\,14^\circ 3' 48''}$.

Рѣшеніе. $\chi = \dfrac{100{,}02^3\,.\,Cos\,14^\circ 3' 48''}{Ctg\,14^\circ 3' 48'' - 12\,Tg\,14^\circ 3' 48''}$,

откуда

$$\chi = \frac{100{,}02^3\,.\,Cos\,14^\circ 3' 48''}{\left(1 - \dfrac{12\,Tg\,14^\circ 3' 48''}{Ctg\,14^\circ 3' 48''}\right)Ctg\,14^\circ 3' 48''}$$

$$\chi = \frac{100{,}02^3\,Cos\,14^\circ 3' 48''}{\left(1 - \dfrac{12\,Tg\,14^\circ 3' 48''}{\dfrac{1}{Tg\,14^\circ 3' 48''}}\right)\dfrac{Csn 14^\circ 3' 48''}{Sn 14^\circ 3' 48''}}$$

$$\chi = \frac{100{,}02^3\,Cos\,14^\circ 3' 48''\,.\,Sn\,14^\circ 3' 48''}{(1 - 12\,Tg^2 14^\circ 3' 48'')\,Cos\,14^\circ 3' 48''}$$

$$\chi = \frac{100{,}02^3\,Sn\,14^\circ 3' 48''}{1 - 12\,Tg^2 14^\circ 3' 48''}.$$

Вводимъ вспомогательный уголъ «φ», полагая, что

$$Sn^2\varphi = 12\,Tg^2 14^\circ 3' 48'';$$

тогда

$$\chi = \frac{100{,}02^3\,Sn\,14^\circ 3' 48''}{1 - Sn^2\varphi} = \frac{100{,}02^3\,Sn\,14^\circ 3' 48''}{Csn^2\varphi}.$$

Итакъ,

$$Sn^2\varphi = 12\,Tg^2\,14^\circ 3' 48'',$$

откуда

$$Sn\varphi = \sqrt{12\,Tg^2 14^\circ 3' 48''},$$

откуда

$$Sn\varphi = \sqrt{12}\,.\,Tg\,14^\circ 3' 48'',$$

$$lg\,Sn\varphi = \tfrac{1}{2}lg\,12 + lg\,Tg\,14^\circ 3' 48'' = 9{,}93840 - 10,$$

откуда

$$\varphi = 60^\circ 12';$$

---

[1]) Мы опускаемъ уже хорошо нами усвоенное вычисленіе полученнаго выраженія и даемъ прямо его результатъ.

слѣдовательно,

$$\chi = \frac{100{,}02^3\, Sn\, 14°3'48''}{Cos^2\, 60°12'}.$$

$$lg\chi = 3lg\, 100{,}02 + lg\, Sn\, 14°3'48'' - 2\, lg\, Cos\, 60°12',$$

откуда

$$lg\chi = 5{,}99321$$

$$\chi = \mathbf{984480}.$$

156. $Csn\, 55° - \frac{\sqrt[5]{4\, Ctg\, 29°40'}}{Tg\, 82°59'50''}$.

Рѣшеніе. $\chi = Csn\, 55° - \frac{\sqrt[5]{4\, Ctg\, 29°40'}}{Tg\, 82°59'50''}$

$$\chi = \left(1 - \frac{\sqrt[5]{4\, Ctg\, 29°40'}}{Tg\, 82°59'50''\, Csn\, 55°}\right) Csn\, 55°$$

$$\chi = (1 - Csn^2\varphi)\, Csn\, 55°$$

$\chi = Sn^2\varphi\,.\, Csn\, 55°$ . . . . (I-ое уравненіе)

при условіи, что

$$Csn^2\varphi = \frac{\sqrt[5]{4\, Ctg\, 29°40'}}{Tg\, 82°59'50''\, Csn\, 55°},$$

откуда

$Csn\varphi = \frac{\sqrt[10]{4\,.\, Ctg\, 29°40'}}{\sqrt{Tg 82°59'50'' Csn 55°}}$ . . . . (II-ое уравненіе).

Вычисливъ отсюда значеніе «φ» и подставивъ его въ уравненіе I-ое, найдемъ, что $\chi = \mathbf{0{,}3922}$.

Опредѣлить наименьшія положительныя рѣшенія уравненій:

157. $Tg\chi = 3\, Sn\chi$.

Рѣшеніе. $Tg\chi = 3\, Sn\chi$

$$\left.\frac{Sn\chi}{Cos\chi} = 3\, Sn\chi\right\} \left.\frac{1}{Cos\chi} = 3\right\} Cos\chi = \frac{1}{3}$$

$$lg\, Cos\chi = lg\, 1 - lg\, 3 = 9{,}52288 - 10$$

$$\chi = \mathbf{70°31'43''}.$$

158. $Sec\chi = 2Tg\chi$.

Рѣшеніе. $Sec\chi = 2\, Tg\chi$; $\frac{1}{Cos\chi} = \frac{2\, Sn\chi}{Cos\chi}$; $1 = 2\, Sn\chi$; $Sn\chi = \frac{1}{2}$; $\chi = \mathbf{30°}$.

Рѣшеніе треугольниковъ [1]).

(Къ главамъ I-ой, II-ой и III-ей части 2-ой курса: §§ 45—52).

Рѣшеніе основныхъ случаевъ прямоугольныхъ треугольниковъ.

159. $a = 34{,}5$; $A = 26°55'51''$.

Отвѣтъ. 67,913 и 76,175.

160. $c = 79{,}715$; $B = 85°25'$.

Отвѣтъ. 6,37 и 79,46.

161. $c = 30{,}69$; $b = 25{,}67$.

Отвѣтъ. 33°14'7''; 16,82.

162. $a = 2060{,}3$; $b = 2288{,}1$.

Отвѣтъ. 42°; 3079.

---

[1]) Такъ какъ ходъ рѣшенія этихъ задачъ въ большинствѣ случаевъ совершенно не отличается отъ данныхъ въ курсѣ образцовъ, то рѣшеніе и объясненіе задачъ въ этомъ отдѣлѣ будетъ дано только къ задачамъ, отличающимся отъ указанныхъ образцовъ.

Рѣшеніе особыхъ случаевъ прямоугольныхъ треугольниковъ.

163. $c = 153$; $h = 75{,}53$.

Отвѣтъ. 40°26′; 99,23.

164. $c + a = 404{,}35$; $A = 53°3'19''$.

Отвѣтъ. 135,08; 179,61.

165. $a + b = 0{,}29972$; $B = 35°55'14''$.

Отвѣтъ. 0,1738; 0,21462.

166. $2p = 30$; $h = 6$.

Отвѣтъ. 53°8′.

Рѣшеніе равнобедренныхъ треугольниковъ.

(Основаніе ихъ обозначается черезъ «b», каждая изъ равныхъ сторонъ — черезъ «a», высота — черезъ «h»; углы при основаніи — $\angle A$ и $\angle C$, при вершинѣ — $\angle B$)[1].

167. $a = 8{,}757$; $b = 13{,}958$.

Отвѣтъ. $A = 37°9'36''$; $B = 105°40'48''$.

168. $h = 6{,}6$; $a = 6{,}71$.

Отвѣтъ. 79°36′30″; 2,42.

169. $b = 4{,}5656$; $A = 51°14'12''$.

Отвѣтъ. 3,646; S[2]) $= 6{,}49$.

Основные случаи рѣшенія косоугольныхъ треугольниковъ.

170. $A = 3°4'46''$; $B = 11°3'20''$; $a = 0{,}4366$.

Отвѣтъ. 1,5585; 1,9847.

171. $A = 16°25'36''$; $B = 30°24'$; $b = 34$.

Отвѣтъ. 19; 49.

172. $a = 13{,}311$; $b = 5{,}337$; $B = 18°19'29''$.

Отвѣтъ. 51°38′30″; 15,948.

173. $a = 3{,}668$; $b = 10{,}2$; $c = 13{,}024$.

Отвѣтъ. 11°39′22″; 34°11′.

174. $a = 96{,}8$; $c = 56{,}5$; $B = 37°25'30''$.

Отвѣтъ. 109°6′10″; 62,257.

Особые случаи рѣшенія косоугольныхъ треугольниковъ.

175. $A = 59°40'$; $B = 42°59'48''$; $R = 187{,}69$.

Отвѣтъ. 323,99; 255,99; 366,25.

176. $A = 7°57'46''$; $B = 29°58'34''$; $S = 8782{,}6$.

Отвѣтъ. 89; 321; 395.

177. $A = 68°23'8''$; $B = 35°18'$; $2p = 1360$.

Отвѣтъ. 510; 317; 533.

178. $B = 62°20''$; $A = 110°16'44''$; $a - b = 70{,}7$.

Отвѣтъ. 172,5; 1134,6; 1205,3.

179. $A = 23°17'48''$; $B = 51°23'20''$; $r = 0{,}9955$.

Отвѣтъ. 2,8304; 5,5921; 6,9026.

180. $A = 115°10'27''$; $B = 5°8'33''$; $h = 5{,}3708$.

Отвѣтъ. 62,819; 6,2216; 59,92.

---

[1]) Для рѣшенія этихъ задачъ надо начертить равнобедренный треугольникъ и отмѣтить на немъ данныя задачи; рѣшеніе основывается на томъ, что высота раздѣляетъ равнобедренный треугольникъ на два равныхъ прямоугольныхъ треугольника.

[2]) Черезъ „S" обычно обозначаютъ площадь треугольника.

181. $a = 62{,}154$; $B = 21°55'48''$; $b + c = 70$.

Отвѣтъ. 28; 42; 123°59'46".

182. $a = 240{,}48$; $A = 59°21'$; $b + c = 478{,}49$.

Отвѣтъ. 70°14'; 263,06; 215,43.

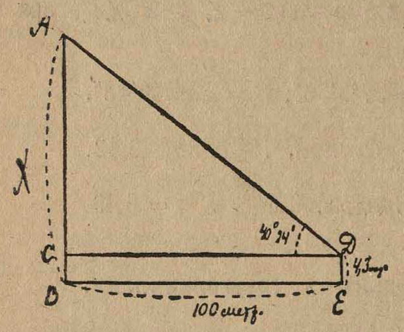
183. $A = 12°15'6''$; $B = 131°54''$; $2p = 1659{,}14$.

Рѣшеніе задачъ на измѣреніе мѣстности.

(Къ главѣ V-ой части 2-ой курса: §§ 58—63).

184. Вершина башни съ разстоянія въ 100 метр. видна подъ угломъ 40°24'. Опредѣлить высоту башни, если высота угломѣрнаго инструмента = 4,3 метра.

Рѣшеніе. Прежде всего дѣлаемъ соотвѣтствующій условію задачи чертежъ, съ обозначеніемъ на немъ данныхъ величинъ.



Искомая высота башни AB обозначена черезъ «X», при чемъ

$$X = BC + CA$$
$$CB = DE = 4{,}3.$$

Изъ треугольника ACD имѣемъ, что

$$AC = CD\, Tg\, 40°24' = 100 . Tg\, 40°24'.$$

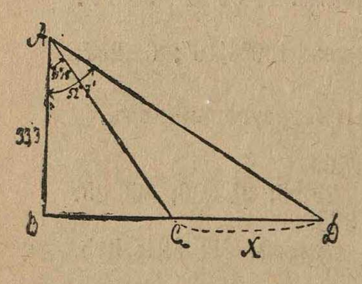
Слѣдовательно,

$$X = 4{,}3 + 100\, Tg\, 40°24'.$$

Вычисливъ полученное выраженіе, найдемъ, что $X =$ **89,406**.

185. Съ вершины башни, въ 33,3 метра вышины, виденъ рѣчной мостъ, направленіе котораго лежитъ въ одной вертикальной плоскости съ осью башни. Лучи зрѣнія, идущіе къ концамъ моста, составляютъ съ вертикалью углы въ 52°7' и 41°18'. Опредѣлить длину моста.

Рѣшеніе. Сдѣлаемъ чертежъ:



Искомую длину моста «X» можно опредѣлить изъ косоугольнаго треугольника ACD; но для этого надо предварительно опредѣлить два его угла и одну изъ сторонъ, или же двѣ стороны и одинъ изъ угловъ; данныхъ въ задачѣ условій достаточно какъ для того, такъ и для другого; короче и проще опредѣлить углы и одну сторону.

Дѣйствительно, $\angle CAD = 52°7' - 41°18' = 10°49'$; изъ прямоугольнаго $\triangle ABD$ имѣемъ, что $\angle D = 90° - 52°7' = 37°53'$; зная 2 угла треугольника, легко опредѣлить и третій, но онъ намъ не понадобится. Опредѣлимъ теперь изъ прямоугольнаго $\triangle ABC$ гипотенузу AC:

$$AB = AC.\ Cos\angle BAC,$$

откуда

$$AC = \frac{AB}{Cos\angle BAC},$$

т.-е.

$$AC = \frac{33{,}3}{Cos\, 41°18'},$$

откуда

$$lg\, AC = lg\, 33{,}3 - lg\, Cos\, 41°18' = 1{,}64665,$$

откуда

$$AC = 44{,}325.$$

Теперь, зная въ $\triangle ACD$ углы $\angle CAD$ и $\angle D$ и сторону AC, нетрудно опредѣлить искомую его сторону CD изъ пропорціи:

$$\frac{CD}{Sn \angle CAD} = \frac{AC}{Sn \angle D},$$

т.-е.

$$\frac{x}{Sn\, 10°49'} = \frac{44{,}325}{Sn\, 37°53'},$$

откуда

$$x = \frac{44{,}325\, Sn\, 10°49'}{Sn\, 37°53'},$$

откуда

$$lg x = lg\, 44{,}325 + lg\, Sn\, 10°49' - lg\, Sn\, 37°53' = 1{,}13183,$$

откуда

$$x = 13{,}547.$$

186. Какъ высоко находится облако надъ поверхностью земли, если для наблюдателя, находящагося на высотѣ $h = 80$ м. отъ поверхности, уголъ α, образуемый его лучомъ зрѣнія, проведеннымъ къ облаку, съ горизонтальной плоскостью, равенъ 56°, а уголъ β, образуемый лучомъ зрѣнія того же наблюдателя, проведеннымъ къ отраженію облака въ водѣ озера, равенъ 58°? (Извѣстно, что предметъ и его отраженіе находятся въ равномъ разстояніи отъ отражающей плоскости).

Отвѣтъ. $\frac{h Sn(\beta + \alpha)}{Sn(\beta - \alpha)} = 2094{,}1$ метра.

Задачникъ по физикѣ.

Теплота.

167. Опредѣлить коэффиціентъ расширенія газовъ для термометра Фаренгейта, зная, что для термометра Цельсія онъ $= \frac{1}{273}$.

Рѣшеніе. Одинъ градусъ Фаренгейта $= \frac{5}{9}$ градуса Цельсія; искомый коэффиціентъ $= \frac{1}{273} \cdot \frac{5}{9} = \frac{5}{2457}$.

168. Два термометра: стоградусный и термометръ Фаренгейта помѣщены рядомъ въ воздухѣ. Могутъ ли они показать въ какой-либо моментъ одинаковое число градусовъ, съ однимъ и тѣмъ же знакомъ? Найти это число и этотъ знакъ.

Рѣшеніе. Пусть будетъ x искомая температура въ стоградусныхъ дѣленіяхъ. Эти x стоградусныхъ дѣленій, обращенныя въ градусы Фаренгейта, дадутъ: $\frac{9}{5}x + 32$, равныя x стоградуснымъ дѣленіямъ; поэтому: $\frac{9}{5}x + 32 = x$, а, слѣдовательно, $x = -40$ градусовъ. Итакъ, когда стоградусный термометръ обозначаетъ $-40°$, то и термометръ Фаренгейта показываетъ $\frac{9}{5}.(-40) + 32 = -72 + 32 = -40$.

169. Какое соотношеніе существуетъ между кубическимъ расширеніемъ и линейнымъ расширеніемъ тѣла?

Рѣшеніе. Обозначимъ черезъ V_0 объемъ тѣла при нулѣ градусовъ, черезъ V—объемъ его при t^0, черезъ Δ—расширеніе единицы объема того же тѣла между 0^0 и t^0; L_0 и L—величины одного изъ линейныхъ измѣреній тѣла при 0^0 и при t^0, δ—линейное расширеніе тѣла между 0^0 и t^0. Единица объема тѣла при 0^0, расширившагося между 0^0 и t^0, обратится въ $1 + \Delta$, а объемъ V станетъ равнымъ $V_0\,(1 + \Delta)$. Точно также единица длины при 0^0 становится равнымъ $1 + \delta$ при t^0, а потому длина L будетъ равна $L_0\,(1 + \delta)$. Такъ какъ тѣло остается себѣ подобнымъ, то можно написать, что $\frac{V}{V_0} = \frac{L^3}{L_0^3}$. Замѣняя эти отношенія ихъ величинами, мы получаемъ $\frac{V_0\,(1 + \Delta)}{V_0} = \frac{L_0^3\,(1 + \delta)^3}{L_0^3}$. Сокративъ 1-ую часть равенства на V_0, а 2-ую часть—на L_0^3, мы получимъ $1 + \Delta = (1 + \delta)^3$. Раскрывъ скобки, мы получимъ $1 + \Delta = 1 + 3\delta + 3\delta^2 + \delta^3$. Такъ какъ количество δ очень мало, то можно пренебречь членами, содержащими δ^2 и δ^3, и тогда получится $\Delta = 3\delta$.

Коэффиціентъ кубическаго расширенія почти втрое болѣе коэффиціента линейнаго расширенія.

Примѣчаніе. Можно доказать, слѣдуя тому же ходу разсужденія, что коэффиціентъ поверхностнаго расширенія почти вдвое болѣе коэффиціента линейнаго расширенія.

170. Привести къ нулю показаніе барометра, т.-е., зная высоту h барометра при t^0, найти, какую высоту h_0 онъ имѣлъ бы, если бы ртуть была при 0^0? Коэффиціентъ ртути $= \frac{1}{5500}$. Ошибка, происходящая отъ расширенія масштаба, въ расчетъ не принимается.

Рѣшеніе. Высота барометра при 0^0 должна быть во столько разъ меньше высоты его при t^0, во сколько плотность ртути при t^0 менѣе плотности ея при 0^0, т. - е. $\frac{h_0}{h} = \frac{d}{d_0} = \frac{1}{1+kt}$, или $\frac{h_0}{h} = \frac{1}{1 + \frac{t}{5500}}$; слѣдовательно, $h^0 = \frac{5500\,h}{5500+t}$.

171. Десять литровъ газа при 27^0 и давленіи 684 милл. вѣсятъ 16,15 грам. Найти плотность газа.

Рѣшеніе. Вѣсъ p десяти литровъ даннаго газа при $0°$ и 760 *mm.* давленія $= \frac{16,15}{684} . 760$; но $p = V_0 d_0 = \frac{V}{1+27k} . d_0 = \frac{10}{1+27k} d_0$. Сравнивая эти два соотношенія, мы получаемъ:

$\frac{10.d_0}{1+27k} = \frac{16,15.760}{684}$, откуда $d_0 = \frac{16,15.760(1+27.0,00367)}{684.10}$ $(k = 0,00367)$.

172. Смѣсь угольной кислоты и водяного пара, вѣсомъ $5\frac{1}{4}$ грамма, наполняетъ шаръ при температурѣ $24°$ и давленіи 758 миллиметровъ; упругость пара $= 22$ миллиметра. Опредѣлить вѣсъ сухой угольной кислоты, наполняющей тотъ же шаръ при той же температурѣ и давленіи. Вѣсъ одного литра сухого воздуха при нормальныхъ температурѣ и давленіи $= 1,29$ грам.; плотность угольной кислоты $= 1,52$, а плотность водяного пара $= 0,622$.

Рѣшеніе. Назвавъ V объемъ пара, получимъ вѣсъ x сухой угольной кислоты, наполняющей шаръ при $24°$ и давленіи 758 милл., $= V . 1,29.1,52 . \frac{758}{760}\left(\frac{1}{1+0,00366.24}\right)$ $(k = 0,00366)$ . . . . (1). Но угольная кислота занимаетъ объемъ V подъ давленіемъ $758 - 22 = 736$ миллиметровъ, а паръ занимаетъ тотъ же объемъ подъ давленіемъ 22 миллиметровъ; слѣдовательно, $5,25 = V . 1,29.1,52 . \frac{736}{760} . \left(\frac{1}{1+0,00366.24}\right) + V . 1,29.0,622 . \frac{22}{760}\left(\frac{1}{1+0,00366.24}\right) = \frac{V . 1,29\,(1,52.736 + 22.0,622)}{760\,(1 + 0,00366.24)}$ . . . . (2).

Раздѣливъ уравненіе (1) на (2), мы найдемъ: $x = \frac{5,25.1,52.758}{1,52.736 + 22.0,622} = 5,3$ *гр.*

173. Стеклянный сосудъ совершенно наполненъ жидкостью, вѣсящей P при $t°$. Найти объемъ сосуда при $0°$. Коэффиціентъ расширенія жидкости равенъ α, плотность же ея при $0°$ будетъ δ; коэффиціентъ кубическаго расширенія стекла k.

Рѣшеніе. При $0°$ объемъ жидкости будетъ $\frac{P}{\delta}$; при $t°$ онъ становится равнымъ $\frac{P}{\delta}(1+\alpha t)$. Обозначимъ черезъ x объемъ сосуда при $0°$; при $t°$ онъ будетъ равенъ $x(1+kt)$, но при $t°$ объемъ сосуда равняется объему содержимаго; слѣдовательно, $\frac{P}{\delta}(1+\alpha t) = x(1+kt)$; $x = \frac{P}{\delta} . \frac{1+\alpha t}{1+kt}$.

174. Сколько нужно взять килограммовъ воды при $11°$ и $91°$, чтобы составить 250 килограммовъ при $31°$?

Рѣшеніе. Пусть взято x килограммовъ воды при $11°$; тогда нужно будетъ взять $(250 - x)$ килограммовъ воды при $91°$. Ясно, что $250.31 = 11x + (250 - x).91$, откуда $x = 187,5$ *килограмма.*

175. Сколько нужно единицъ тепла, чтобы обратить 15 килограммовъ льда при $-20°$ въ воду при $0°$?

Рѣшеніе. Удѣльная теплота льда $= 0,92$. Чтобы нагрѣть 15 килограммовъ льда отъ $-20°$ до $0°$, нужно сообщить имъ 0,92.15.20 единицъ тепла, а чтобы обратить 15 килограммовъ льда при $0°$ въ воду при $0°$, нужно сообщить 79.15. Такимъ образомъ, искомое количество тепла $P = 0,92.20.15 + 79.15 = 1461$.

Электричество.

176. Батарея съ постоянной электродвижущей силой E поочередно замыкается: 1) сопротивленіемъ $R_1 = 20$ ом., 2) сопротивленіемъ R_x, 3) сопротивленіемъ $R_2 = 40$ ом. Отношеніе силъ тока $10:9:8$. Найти сопротивленіе R_x и внутреннее сопротивленіе батареи.

Рѣшеніе. $I_1 = \frac{E}{R_1 + r}$ (I—сила)

$$I_2 = \frac{E}{R_x + r}$$

$$I_3 = \frac{E}{R_2 + r}.$$

По условію: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{10}{9} = \frac{R_x + r}{R_1 + r}$

$$\frac{I_2}{I_3} = \frac{9}{8} = \frac{R_2 + r}{R_x + r}.$$

Рѣшаемъ эти два уравненія; находимъ:

$$9R_x - 200 = r$$

$$320 - 9R_x = r,$$

откуда $R_x = 28{,}9$ *ом.* (приблизительно), $r = C0$ *ом.*

177. Два одинаковыхъ шара, заряженные однимъ и тѣмъ же электричествомъ и помѣщенные на нѣкоторомъ разстояніи одинъ отъ другого, производятъ отталкиваніе съ силой, равной 1. Ихъ приводятъ въ соприкосновеніе и затѣмъ разобщаютъ, поставивъ на разстояніе, вдвое меньшее противъ прежняго. При этомъ замѣчается отталкиваніе, равное n. Найти отношеніе первоначальныхъ зарядовъ.

Рѣшеніе. Обозначимъ черезъ q и q_1 первоначальные заряды; послѣ соприкосновенія новые заряды будутъ равны $\frac{q+q_1}{2}$. На разстояніи l было $\frac{qq_1}{l^2} = 1$, или $qq_1 = l^2$; на разстояніи же $\frac{l}{2}$ будетъ $\frac{\frac{(q+q_1)^2}{4}}{\frac{l^2}{4}} = \frac{(q+q_1)^2}{l^2} = n$, или же $q + q_1 = l\sqrt{n}$.

Изъ этихъ двухъ уравненій опредѣляемъ q и q_1.

178. Три маленькихъ шарика A, B и C имѣютъ заряды 1, 2 и 4 единицы; шарикъ B помѣщаютъ между шариками A и C такъ, чтобы центры всѣхъ трехъ шариковъ находились на одной прямой. На какомъ разстояніи отъ A нужно помѣстить шарикъ B, чтобы онъ находился въ равновѣсіи?

Рѣшеніе. Пусть разстояніе $AB = x$; тогда разстояніе $BC = AC - x$. Такъ какъ шарикъ B находится въ равновѣсіи, то $\frac{1 \cdot 2}{x^2} = \frac{2 \cdot 4}{(AC - x)^2}$, или $\frac{1}{x^2} = \frac{4}{(AC - x)^2}$, или $\frac{1}{x} = \frac{2}{AC - x}$, откуда $AC - x = 2x$; слѣдовательно, $x = \frac{AC}{3}$.

179. Имѣется N элементовъ въ батареѣ съ сопротивленіемъ R и съ электродвижущей силой E; внѣшнее сопротивленіе ρ ни безконечно, ни ничтожно, по сравненію съ R. Требуется получить токъ наибольшей силы, соединяя между собою элементы. Сколько элементовъ надобно расположить въ рядъ, соединяя ихъ противоположными полюсами?

Рѣшеніе. Пусть будетъ x искомое число, а y—число рядовъ, которые затѣмъ должны быть соединены одноименными полюсами.

Сперва имѣемъ: $xy = N$, потомъ: $I\left(\frac{xR}{y} + \rho\right) = xE$.

Изъ этого послѣдняго уравненія выводимъ: $I = \frac{xE}{\frac{xR}{y} + \rho} = \frac{E}{\frac{R}{y} + \frac{\rho}{x}}$.

Наибольшее I соотвѣтствуетъ наименьшему знаменателю $\frac{R}{y} + \frac{\rho}{x}$.

Произведеніе $\frac{R}{y} \times \frac{\rho}{x}$ постоянно и равно $\frac{R\rho}{N}$. Слѣдовательно, сумма $\frac{R}{y} + \frac{\rho}{x}$ будетъ наименьшая для $\frac{R}{y} = \frac{\rho}{x}$. Это условіе можно выразить такъ: $\rho = \frac{Rx}{y}$. Отсюда видно, что, когда внутреннее сопротивленіе равно сопротивленію внѣшнему, расположеніе элементовъ самое выгодное. Уравненіе $xy = N$ и уравненіе, содержащее требуемое условіе, $\frac{\rho}{x} = \frac{R}{y}$, даютъ возможность вычислить x и y; тогда мы находимъ, что $x = \sqrt{\frac{N\rho}{R}}$, и $y = \sqrt{\frac{NR}{\rho}}$.

180. Электродвижущая сила элемента $e = 1{,}76$ вольтъ, внутреннее сопротивленіе $r = 0{,}8$ ома. Какова сила тока при внѣшнемъ сопротивленіи $R = 2{,}72$ ома?

Рѣшеніе. По закону Ома:

$$i = \frac{e}{R+r} = \frac{1{,}76}{2{,}72 + 0{,}8} = 0{,}5 \text{ ампера}.$$

181. Длина телеграфной линіи=200 километровъ; сопротивленіе проволоки равно 4,6 ома на 1 километръ. Изъ сколькихъ элементовъ надо составить батарею, чтобы получить токъ въ 8 милл.-амперъ? Электродвижущая сила элемента e=1,04; внутреннее сопротивленіе элемента $r = 30$ омамъ.

Рѣшеніе. $I = \frac{ne}{R+nr}$, или $0{,}008 = \frac{n \cdot 1{,}04}{920+30n}$, откуда $n = 10$ *(приблизительно).*

182. Если къ сопротивленію нѣкоторой цѣпи прибавить три ома, то сила тока уменьшится въ отношеніи 6 : 5. Найти сопротивленіе цѣпи. Какое сопротивленіе слѣдуетъ прибавить, чтобы уменьшить первоначальную силу тока втрое?

Рѣшеніе.

$$I_1 = \frac{E}{R},$$

$$I_2 = \frac{E}{R+3},$$

откуда $\frac{I_1}{I_2} = \frac{6}{5} = \frac{R+3}{R}$,

или $R = 15$ омамъ.

Далѣе, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{3}{1} = \frac{R+x}{R}$, откуда $x = 2R$, но $R = 15$ амп.; значитъ, $x = 30$.

183. Каково сопротивленіе лампочки накаливанія, черезъ которую протекаетъ токъ въ 1 амперъ, при разности потенціаловъ на концахъ нити лампочки въ 70 вольтъ?

Рѣшеніе. По закону Ома:

$$I = \frac{E}{R}, \text{ откуда } R = \frac{E}{I} = \frac{70}{1} = 70 \text{ омовъ}.$$

Свѣтъ.

184. Круглая монета помѣщена передъ блестящей точкой; разстояніе отъ монеты до блестящей точки пусть равно 15 см., а разстояніе отъ параллельной монетѣ стѣны до блестящей точки 60 см. Показать, что площадь тѣни въ 16 разъ больше площади поверхности монеты.

Рѣшеніе. Вслѣдствіе прямолинейнаго распространенія свѣта, тѣнь на стѣнѣ и монета будутъ служить основаніемъ двухъ подобныхъ конусовъ съ общей вершиной въ свѣтящейся точкѣ; слѣдовательно, какъ извѣстно изъ геометріи, $\frac{B}{b} = \frac{H^2}{h^2} = \frac{3600}{225} = 16$.

185. Свѣтъ отъ звѣзды къ землѣ идетъ 3 года. Опредѣлить отношеніе разстоянія звѣзды отъ земли къ разстоянію солнца отъ земли. Радіусъ земной орбиты приблизительно $=150{,}000{,}000$ километровъ. Свѣтъ проходитъ въ 1 секунду 300,000 километровъ.

Рѣшеніе. Свѣтъ отъ солнца до земли идетъ $\frac{150{,}000{,}000}{300{,}000}$ секундъ$=500$ секундъ.

Свѣтъ отъ звѣзды идетъ $3.365.24.60.60$ секундъ.

Искомое отношеніе $=\frac{3.365.24.60.60}{500}=189216$.

186. Наблюдатель, ростомъ h, помѣщается передъ плоскимъ вертикальнымъ зеркаломъ, нижній край котораго приходится на разстояніи a отъ горизонтальной плоскости, проходящей черезъ ноги наблюдателя. Увидитъ ли себя этотъ наблюдатель во всѣхъ положеніяхъ, какія положенія можетъ принять передъ зеркаломъ, или же есть такое положеніе, за предѣлами котораго наблюдатель будетъ видѣть лишь часть своего тѣла?

Рѣшеніе. Предположимъ зеркало въ MN, а глазъ наблюдателя въ точкѣ O на разстояніи x отъ этого зеркала. Поле зрѣнія ограничено снизу линіею OC. Дабы наблюдатель могъ видѣть себя всего, должно быть $x \geqq CB$. Изъ подобныхъ треугольниковъ NMO и BMC мы имѣемъ: $\frac{x}{CB}=\frac{O'A-MB}{MB}$, или $\frac{x}{CB}=\frac{h-a}{a}$, откуда $x=CB\,.\frac{h-a}{a}$. Дабы наблюдатель могъ себя видѣть всего, нужно, чтобы $\frac{h-1}{a}\geqq 1$, или $h\geqq 2a$.

187. Сферическое вогнутое зеркало радіуса R помѣщено передъ экраномъ, поставленнымъ на разстояніи d. Опредѣлить: 1) въ какомъ разстояніи отъ зеркала слѣдуетъ помѣстить свѣтящуюся прямую, перпендикулярную къ оси, чтобы изображеніе этой прямой проектировалось на экранѣ; 2) величину y' изображенія, при чемъ величина предмета равна y.

Рѣшеніе. Обозначимъ черезъ x искомое разстояніе; тогда

(1) $$\frac{1}{x}+\frac{1}{d}=\frac{1}{f},$$

(2) $$\frac{y'}{y}=\frac{f}{x-f}.$$

Изъ уравненія (1) $x=\frac{fd}{d-f}$, а изъ уравненія (2) $\frac{y'}{y}=\frac{f}{\frac{fd}{d-f}-f}=$ $=\frac{d-f}{f}$, откуда $y'=y\,.\frac{d-f}{f}$.

188. Собирающее стекло и сферическое вогнутое зеркало центрированы по одной и той же оси на разстояніи 34 сантиметровъ одно отъ другого. Свѣтящаяся прямая въ 1 сантиметръ помѣщена въ 32 сантиметрахъ отъ стекла. Требуется опредѣлить величину и положеніе изображенія, образованнаго такою оптическою системою. Фокусное разстояніе стекла 16 сантиметровъ, а фокусное разстояніе зеркала $\frac{20}{9}$ сантиметра.

Рѣшеніе. Дѣйствительное изображеніе, образованное оптическимъ стекломъ, равняется предмету и получается въ 32 сантиметрахъ за этимъ стекломъ, т.-е. въ 2 сантиметрахъ отъ зеркала. Такъ какъ фокусное разстояніе этого зеркала $=$ $=\frac{20}{9}=2{,}222\ldots$ сантиметра, то второе изображеніе будетъ мнимое и въ такомъ разстояніи x отъ зеркала, которое опредѣляется слѣдующимъ выраженіемъ:

$$\frac{1}{2}-\frac{1}{x}=\frac{9}{20}$$

$$x=20 \text{ сантиметровъ}$$

$$y'=\frac{20}{2}=10 \text{ сантиметровъ.}$$

189. Прямая въ 1 сантиметръ длиною, помѣщенная передъ стекломъ, въ 30 сантиметрахъ отъ его оптическаго центра, даетъ мнимое изображенiе въ 1 дециметръ длиною. Каково фокусное разстоянiе этого стекла?

Рѣшенiе. Для собирающаго стекла имѣемъ формулу:

$$(1) \qquad \frac{1}{p}+\frac{1}{p_1}=(n-1)\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R_1}\right)=\frac{1}{f},$$

$$(2) \qquad \frac{y'}{y}=\frac{f}{p-f}.$$

Въ данномъ случаѣ $y=1$ сантиметру, $y'=10$ сант., $f=x$, $p=30$ сант.; уравненiе (2) приметъ видъ: $\frac{10}{1}=\frac{x}{30-x}$, откуда $x=27{,}27$ *сантиметра*.

190. Параллельные лучи, падая на выпуклое стекло, собираются въ фокусѣ— въ точкѣ, отстоящей на 6 сантиметровъ отъ стекла. Опредѣлить фокусъ пучка лучей, исходящихъ изъ точки, находящейся отъ стекла на разстоянiи 18 сантиметровъ.

Рѣшенiе. Для выпуклаго стекла имѣемъ: $\frac{1}{p}+\frac{1}{p_1}=\frac{1}{f}$, или для даннаго случая: $\frac{1}{18}+\frac{1}{p_1}=\frac{1}{6}$, откуда $p_1=9$ *сантиметровъ*.

Пробные экзамены
на аттестатъ зрѣлости.

I. Устные экзамены.

Устный экзаменъ по Закону Божiю.

Вопросы экзаменатора:

1) Скажите притчу о милосердномъ самарянинѣ?
2) Какой бываетъ внѣшнiй видъ храмовъ?
3) Для чего былъ созванъ 4-й вселенскiй соборъ?
4) Изъ какихъ частей состоитъ литургiя?
5) Кто былъ защитникомъ православiя на Юго-Западной Руси въ XVII вѣкѣ?
6) Какъ читается десятый членъ символа вѣры?

Отвѣты экзаменующагося:

1) Одинъ законникъ, искушая Iисуса Христа, спросилъ Его: „Учитель! что мнѣ дѣлать, чтобы наслѣдовать жизнь вѣчную?“ Iисусъ спросилъ его: «Въ законѣ что написано?» Законникъ отвѣчалъ: «Возлюби Господа Бога твоего всѣмъ сердцемъ твоимъ, и всею душою твоею, и всею крѣпостью твоею, и всѣмъ разумѣнiемъ твоимъ, и ближняго своего, какъ самого себя!» Iисусъ сказалъ: «Правильно ты отвѣчалъ: поступай такъ, и получишь жизнь вѣчную». Но законникъ спросилъ: «А кто мой ближнiй?» На это сказалъ Iисусъ: «Одинъ человѣкъ шелъ изъ Iерусалима въ Iерихонъ и попался разбойникамъ, которые сняли съ него одежду, изранили и ушли, оставивъ его едва живымъ. Случайно одинъ священникъ шелъ тою дорогой и, увидѣвъ его, прошелъ мимо. Такъ же поступилъ и левитъ. Наконецъ, одинъ самарянинъ, проѣзжая, увидѣлъ его и сжалился. Подошедши, онъ перевязалъ ему раны, возливая масло и вино, посадилъ его на своего осла, привезъ въ гостиницу и позаботился о немъ. На другой день, отъѣзжая, онъ далъ два динарiя содержателю гостиницы и сказалъ ему: позаботься о немъ, и если издержишь что болѣе, я, когда возвращусь, отдамъ тебѣ. Кто изъ этихъ троихъ, думаешь ты, былъ ближнiй попавшемуся разбойникамъ?» Законникъ отвѣчалъ: «Оказавшiй ему милость». Тогда Iисусъ сказалъ ему: «Иди и ты поступай такъ».

2) Внѣшнiй видъ храмовъ бываетъ четырехъ формъ: наподобiе корабля, круглая, восьмиугольная и крестообразная. Первая форма напоминаетъ вѣрую-

щимъ, что въ небесное пристанище можетъ привести чрезъ житейское море только церковь, круглая — говоритъ о вѣчномъ существованіи церкви, восьмиугольная—напоминаетъ звѣзду, сіяющую на землѣ, крестообразная—указываетъ на истинное основаніе церкви Христовой.

3) Четвертый вселенскій соборъ былъ созванъ императоромъ Маркіаномъ по поводу ереси константинопольскаго архимандрита Евтихія, учившаго, будто въ Іисусѣ Христѣ человѣческаго естества не было, и что признавать необходимо въ немъ только одно естество божеское. Эта ересь была осуждена на мѣстномъ соборѣ патріархомъ константинопольскимъ Флавіаномъ, но Евтихій удалился къ александрійскому патріарху Діоскору и съ помощью его сталъ распространять свое ученіе. На четвертый вселенскій соборъ съѣхалось 650 епископовъ, которые осудили ученіе Евтихія, повторивъ также осужденіе ученію Несторія.

4) Изъ трехъ: проскомидіи, оглашенныхъ и вѣрныхъ.

5) Митрополитъ Петръ Могила.

6) Исповѣдую едино крещеніе во оставленіе грѣховъ.

Устный экзаменъ по математикѣ.

Въ каждомъ билетѣ, который вытаскиваютъ на экзаменѣ экзаменующіеся, даны теоремы по геометріи, алгебрѣ и тригонометріи [1]).

Предположимъ, что билетъ имѣетъ такое содержаніе: «Объемы прямого и наклоннаго параллелепипеда. Срочныя уплаты. Формула бинома Ньютона. Зависимость между сторонами и углами прямоугольнаго треугольника».

Экзаменующіеся постепенно переходятъ отъ одной теоремы къ другой.

1) Что выражаетъ собой π?

2) Какова формула объема усѣченнаго конуса?

3) Чему равенъ тангенсъ?

4) Напишите синусъ половиннаго угла β.

5) Что называется биквадратнымъ уравненіемъ?

Отвѣты экзаменующагося:

По геометріи. Объемъ прямого параллелепипеда равняется произведенію основанія на высоту. Данъ прямой параллелепипедъ $ABCDEFKL$ (указываете на сдѣланный на доскѣ чертежъ [2]), у котораго основаніе $ABCD$, предположимъ, равно a и высота есть h; требуется доказать, что объемъ V равенъ произведенію основанія a на высоту h, т.-е. $V = a . h$. Предположимъ, что чрезъ ребра DL и CK проведены плоскости, перпендикулярныя къ ребру AB; тогда новый параллелепипедъ $POCDMNKL$ есть прямоугольный и имѣетъ съ параллелепипедомъ $ABCDEFKL$ одинаковую высоту h и основаніе $POCD$, равновеликое основанію $ABCD$. Если взять за основаніе прямоугольникъ $DCLK$, то получимъ, что по предыдущему оба параллелепипеда равновелики, такъ какъ, кромѣ общаго основанія $DCLK$, имѣютъ также одинаковую высоту DP. Такъ какъ объемъ прямоугольнаго параллелепипеда $V = a . h$, то объемъ даннаго прямого будетъ также равенъ $a . h$, т.-е. $V = a . h$.

На томъ же основаніи объемъ всякаго параллелепипеда равняется произведенію основанія a на высоту h, т.-е. $V = a . h$, такъ какъ, вообразивъ прямой параллелепипедъ, имѣющій то же основаніе и ту же высоту, заключаемъ по предыдущему, что прямой параллелепипедъ будетъ равновеликъ данному, а такъ какъ объемъ перваго $V = a . h$, то и объемъ второго V тоже есть $a . h$.

Отсюда слѣдуетъ, что объемъ наклоннаго параллелепипеда также равняется произведенію основанія на высоту, такъ какъ можно построить прямой параллелепипедъ, у котораго основаніе и высота будутъ одинаковы съ даннымъ.

---

[1]) Тѣмъ же лицамъ, которыя не имѣютъ отмѣтки по ариѳметикѣ, предлагаются еще вопросы изъ курса ариѳметики.

[2]) Нарисуйте сами чертежъ или возьмите изъ курса геометріи.

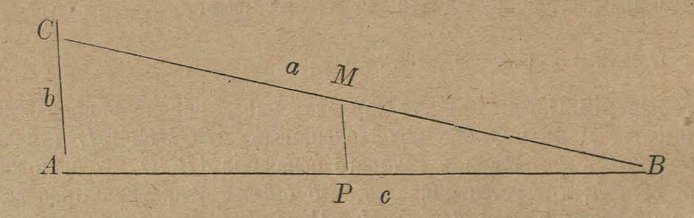
По алгебрѣ. Срочною уплатою называется сумма, которую слѣдуетъ вносить въ концѣ каждаго года для уплаты долга съ его процентами. Пусть долгъ равенъ c руб., и уплачивается онъ въ теченіе n лѣтъ. За это время, считая по p сложныхъ процентовъ, долгъ обратится въ $c(1+r)^n$ руб., гдѣ $r=\frac{p}{100}$. Сумма x, внесенная въ уплату долга въ концѣ 1-го года обратится въ концѣ n-го года въ $x(1+r)^{n-1}$ руб.; сумма x, внесенная въ концѣ 2-го года, обратится въ $x(1+r)^{n-2}$ и т. д., и, наконецъ, въ концѣ n-го года вносится послѣдняя срочная уплата x. Всѣ срочныя уплаты къ концу n-го года составятъ сумму: $x(1+r)^{n-1}+x(1+r)^{n-2}+\ldots\ldots+x$. Это — геометрическая прогрессія съ знаменателемъ $(1+r)$, первый членъ которой равенъ x. Прилагая извѣстную формулу прогрессій, находимъ: $x+\ldots+x(1+r)^{n-2}+$ $+x(1+r)^{n-1}=\frac{x(1+r)^n-x}{(1+r)-1}=\frac{x}{r}[(1+r)^n-1]$. Очевидно, эта сумма должна равняться долгу съ наращенными процентами, и потому $c(1+r)^n=$ $=\frac{x}{r}[(1+r)^n-1]$. Съ помощью этого уравненія и рѣшаются всѣ вопросы, касающіеся срочныхъ уплатъ.

Формула бинома Ньютона:

$$(x+a)^m=x^m+max^{m-1}+\frac{m(m-1)}{1\cdot 2}a^2x^{m-2}+\frac{m(m-1)(m-2)}{1\cdot 2\cdot 3}a^3x^{m-3}+$$
$$+\ldots\frac{m(m-1)\ldots[m-(n-1)]}{1.2.3\ldots n}a^n x^{m-n}\ldots+a^m.$$

Биноминальные коэффиціенты до середины разложенія идутъ увеличиваясь, а далѣе—уменьшаются.

По тригонометріи. Данъ треугольникъ ABC. Пусть этотъ треугольникъ—прямоугольный, прямымъ угломъ котораго служитъ уголъ A. Опишемъ изъ вершины угла B, какъ изъ центра, дугу радіусомъ $BM=1$ и проведемъ перпендикуляръ MP къ сторонѣ AB. Все это у васъ на чертежѣ получилось въ такомъ видѣ:



Допустимъ, что MP и BP измѣрены единицею BM; тогда имѣемъ: $MP=\sin B$, $BP=\cos B$. Изъ подобія треугольниковъ ABC и PBM выводимъ пропорціональность сторонъ ихъ:

$$\frac{AC}{PM}=\frac{BA}{BP}=\frac{BC}{BM}$$
$$\frac{b}{\sin B}=\frac{c}{\cos B}=\frac{a}{1},$$

откуда

$$b=a\sin B,$$
$$c=a\cos B.$$

Эти два выраженія словами могутъ быть выражены такъ: въ каждомъ прямоугольномъ треугольникѣ катетъ равняется гипотенузѣ, умноженной на синусъ противолежащаго угла или на косинусъ угла прилежащаго.

Теперь раздѣлимъ почленно выраженіе $b=a\sin B$ на выраженіе $c=a\cos B$; тогда получимъ: $\frac{b}{c}=\frac{\sin B}{\cos B}=\operatorname{tg} B$, откуда $b=c\operatorname{tg}B$. При раздѣленіи выраженія $c=a\cos B$ на выраженіе $b=a\sin B$ получимъ въ результатѣ: $\frac{c}{b}=\frac{\cos B}{\sin B}=$ $=\operatorname{ctg}B$, откуда $c=b\operatorname{ctg}B$. Получили, такимъ образомъ, два уравненія:

$b = c$ tg$B$, и $c = b$ ctg$B$, которыя словами можно выразить такъ: въ каждомъ прямоугольномъ треугольникѣ катетъ равенъ другому катету, умноженному на тангенсъ противолежащаго угла или на котангенсъ угла прилежащаго.

1) π выражаетъ отношеніе длины окружности къ длинѣ діаметра.

2) $V = \pi \cdot \frac{R^2 + r^2 + Rr}{3} H$.

3) Частному отъ дѣленія синуса на косинусъ.

4) $\sin\frac{\beta}{2} = \pm\sqrt{\frac{1-\cos\beta}{2}}$.

5) Уравненіе вида: $ax^4 + bx^2 + c = 0$.

Устный экзаменъ по физикѣ.

Вопросъ. Какъ опредѣлить коэффиціентъ расширенія жидкости?

Отвѣтъ. Опредѣленіе коэффиціента расширенія жидкихъ тѣлъ сопряжено съ большими трудностями.

При нагрѣваніи жидкости нагрѣвается и сосудъ, въ которомъ она находится; слѣдовательно, видимое, кажущееся расширеніе жидкости зависитъ: 1) отъ расширенія самой жидкости и 2) отъ расширенія сосуда. Расширеніе самой жидкости называется абсолютнымъ расширеніемъ. Абсолютное расширеніе больше кажущагося (послѣднее вѣдь зависитъ еще и отъ расширенія сосуда, благодаря которому уменьшается высота расширенной жидкости). Для полученія абсолютнаго расширенія надо къ кажущемуся расширенію прибавить увеличеніе емкости сосуда. Итакъ, здѣсь мы имѣемъ три величины; зная двѣ изъ нихъ, можно опредѣлить третью. Для того, чтобы избѣгнуть вліянія расширенія сосуда, Дюлонгъ и Пти придумали особый способъ опредѣленія коэффиціента расширенія ртути,—способъ, основанный на законѣ гидростатики, что высоты разнородныхъ жидкостей въ сообщающихся сосудахъ обратно пропорціональны ихъ плотностямъ. Въ два сосуда „A“ и „B“, соединенныхъ узкой трубкой, наливается ртуть, останавливающаяся по извѣстному закону на одномъ уровнѣ въ обоихъ сосудахъ. Оба сосуда окружаютъ металлическими муфтами. Въ муфту вокругъ сосуда „A“ кладутъ тающій ледъ, въ другую же муфту наливаютъ горячаго масла. Температура ртути въ сосудѣ „A“ становится равной 0^0, въ сосудѣ B, —положимъ, t^0. Въ сосудѣ „A“ ртуть сжимается, въ „B“—расширяется, т.-е. плотность ртути въ обоихъ сосудахъ различная. Обозначимъ плотность въ „A“ черезъ d_0, въ „B“—черезъ d_t. Слѣдовательно, обозначивъ высоту ртути сосуда „A“ черезъ h_0, а сосуда „B“—черезъ h, мы получимъ пропорцію: $\frac{h_0}{h} = \frac{d_t}{d_0}$.

Подставимъ въ полученную пропорцію вмѣсто d_t значеніе его, извѣстное уже намъ, $d_t = \frac{d_0}{1 + 3\alpha t}$ и замѣнимъ при этомъ 3α черезъ β—коэффиціентъ расширенія ртути.

Тогда получимъ:

$$\frac{h_0}{h} = \frac{\frac{d_0}{1+\beta t}}{d_0}; \quad \frac{h_0}{h} = \frac{1}{1+\beta t};$$

$$h_0\,(1+\beta t) = h;\ 1+\beta t = \frac{h}{h_0};\ \beta t = \frac{h}{h_0} - 1 = \frac{h-h_0}{h_0};$$

$$\beta = \frac{h-h_0}{h_0\, t}.$$

Такимъ образомъ вычисленный коэффиціентъ расширенія ртути равенъ 0,00018.

Вопр. Что вы знаете о машинѣ Уатта?

Отв. Уаттъ въ 1763 году изобрѣлъ свою паровую машину, употребляемую и донынѣ, гдѣ упругая сила пара примѣнялась въ качествѣ двигателя. Существенныя части машины слѣдующія: паровой котелъ, парораспредѣлительная коробка, золотникъ, цилиндръ съ двигающимся въ немъ поршнемъ, холодиль-

никъ, коромысло, шатунъ, мотыль, маховое колесо и эксцентрикъ съ рычагами, соединяющими его съ золотникомъ. Поршень изъ цилиндра приводится въ движеніе тѣмъ, что паръ изъ котла попеременно входитъ то подъ поршень, то надъ нимъ, при чемъ отработанный паръ, находящійся по другую сторону поршня, уходитъ или въ холодильникъ, или наружу. Золотникъ регулируетъ распредѣленіе пара; въ зависимости отъ того, какія отверстія золотникъ покрываетъ, свѣжій паръ идетъ въ верхнюю или нижнюю часть цилиндра, а мятый идетъ въ холодильникъ. Коромысло, шатунъ и мотыль имѣютъ своимъ назначеніемъ превратить прямолинейное движеніе поршня вверхъ и внизъ во вращательное. Маховое колесо выводитъ шатунъ и мотыль изъ мертвыхъ точекъ и тѣмъ придаетъ движенію машины непрерывность и равномѣрность. Мертвыми же точками называются тѣ два положенія машины, при которыхъ шатунъ и мотыль находятся на одной прямой. Эксцентрикъ регулируетъ движеніе золотника. Необходимыми частями фабричнаго парового котла суть: самъ котелъ, кипятильники, предохранительный клапанъ, манометръ Бурдона, контрольныя трубки для провѣрки уровня воды и топка. Паровыя машины бываютъ высокаго и низкаго давленія. Тѣ машины, у которыхъ отработанный паръ идетъ прямо въ воздухъ, называются машинами высокаго давленія, а тѣ, у которыхъ паръ идетъ въ холодильникъ,— машинами низкаго давленія.

Вопр. Каково устройство Лейденской банки?

Отв. Она представляетъ собою стеклянную банку, обклеенную съ внутренней и наружной сторонъ оловянной бумагой до одинаковой высоты; черезъ пробку этой банки проходитъ металлическій стержень, оканчивающійся снаружи шарикомъ, а извнутри—цѣпочкой, доходящей до дна банки.

Вопр. Каковъ законъ внутренняго сопротивленія?

Отв. Внутреннее сопротивленіе тѣмъ меньше, чѣмъ ближе между собою электроды, чѣмъ больше поверхность пластинокъ и чѣмъ меньше сопротивленіе жидкости элемента.

Вопр. Какъ измѣняется внутреннее сопротивленіе при параллельномъ соединеніи «*n*» элементовъ?

Отв. Оно уменьшается въ «*n*» разъ.

Вопр. Что принимается за единицу электродвижущей силы?

Отв. 1 вольтъ, т.-е. электродвижущая сила, при которой черезъ поперечное сѣченіе цѣпи, имѣющей сопротивленіе въ 1 омъ, въ 1 секунду протекаетъ 1 кулонъ электричества.

Вопр. На сколько и на какіе цвѣта разлагается бѣлый (безцвѣтный) лучъ?

Отв. На семь цвѣтовъ: фіолетовый, синій, голубой, зеленый, желтый, оранжевый и красный.

Вопр. Объясните причину цвѣтовъ тѣлъ природы.

Отв. Различіе въ цвѣтахъ тѣлъ природы объясняется неодинаковою способностью тѣлъ разсѣивать цвѣтные лучи. Если тѣло разсѣиваетъ равныя части всѣхъ цвѣтныхъ лучей, входящихъ въ составъ безцвѣтнаго луча, то содержаніе ихъ послѣ разсѣянія останется такое же, какое нужно для полученія бѣлаго луча; такое тѣло имѣетъ болѣе или менѣе яркій бѣлый цвѣтъ. Но обыкновенно разсѣиваются неодинаковыя части различныхъ цвѣтныхъ лучей, и тѣло окажется окрашеннымъ въ тотъ цвѣтъ, который въ разсѣянныхъ лучахъ будетъ преобладать.

Вопр. Что такое спектры поглощенія?

Отв. Спектры поглощенія, или обращенные спектры получаются при разложеніи призмою безцвѣтнаго (бѣлаго) свѣта, прошедшаго черезъ разныя средины; они подобны тѣмъ сплошнымъ спектрамъ, которые даютъ раскаленныя твердыя и жидкія тѣла, но отличаются отъ нихъ отсутствіемъ тѣхъ или другихъ свѣтовыхъ лучей, которые поглотились веществомъ средины, и на мѣстѣ которыхъ появляются темныя полосы или линіи.

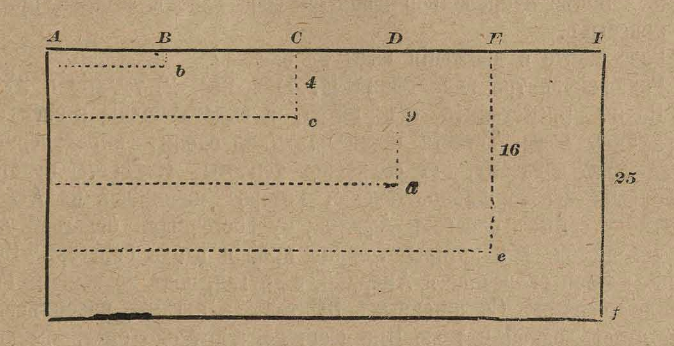
Вопр. Что такое скорость звука?

Отв. Скоростью звука называется разстояніе, на которое въ упругой срединѣ распространяются звуковыя волны въ 1 секунду.

Вопр. Какъ нашли скорость звука въ воздухѣ и чему она равна.

Отв. На двухъ пунктахъ, разстоянiе между которыми было съ точностью извѣстно, располагаются наблюдатели и въ условленное заранѣе время стрѣляютъ изъ пушекъ. Замѣчаютъ по хронометрамъ время, протекающее отъ появленiя свѣта до того мгновенiя, когда слышенъ звукъ; изъ наблюдаемыхъ величинъ берутъ среднюю, потомъ дѣлятъ разстоянiе на эту величину и находятъ скорость звука. Такимъ образомъ было опредѣлено, что скорость звука въ воздухѣ при 0° равняется 330 метрамъ.

Вопр. Каково будетъ движенiе тѣла, брошеннаго по горизонтальному направленiю?



Отв. Если тѣло А брошено по горизонтальному направленiю AF (см. рис.) со скоростью AB, то оно будетъ одновременно и равномѣрно двигаться впередъ вслѣдствiе инерцiи и падать вслѣдствiе непрерывнаго дѣйствiя силы тяжести. Положенiя, занимаемыя имъ въ пространствѣ, въ разное время можно опредѣлить на основанiи правила сложенiя движенiй. Вслѣдствiе одной только инерцiи тѣло въ концѣ 1, 2, 3, 4... секундъ находилось бы соотвѣтственно въ точкахъ B, C, D, E..; но такъ какъ оно, вмѣстѣ съ тѣмъ, и падаетъ, то на самомъ дѣлѣ оно будетъ въ концѣ 1, 2, 3, 4... секундъ находиться въ точкахъ *b*, *c*, *d*, *e*.., которыя находятся ниже соотвѣтствующихъ точекъ горизонтальной линiи AF на разстоянiя, проходимыя свободно падающимъ тѣломъ отъ начала движенiя до конца послѣдовательныхъ секундъ и относящiяся между собою, какъ числа: 1, 4, 9, 16, 25... Кривая линiя Abcdef, выпуклость которой обращена вверхъ и которая представляетъ путь брошеннаго тѣла, называется параболою.

Вопр. Что называется работою силы на протяженiи пути тѣла?

Отв. Произведенiе силы на путь, пройденный точкой ея приложенiя по направленiю движенiя.

Вопр. Могутъ ли машины увеличивать количество работы?

Отв. Нѣтъ. Работа, производимая машиною, всегда равна той работѣ, которая затрачивается на приведенiе машины въ дѣйствiе.

Вопр. Что такое кинетическая энергiя?

Отв. Кинетической энергiей называется та энергiя, которою обладаетъ всякое тѣло, находящееся въ движенiи.

Устный экзаменъ по космографiи.

В. Что знаете вы о звѣздахъ и о звѣздныхъ туманностяхъ?

О. Каждая звѣзда есть солнце, но только несравненно далеко отстоящее отъ земли. По яркости звѣзды дѣлятся на различныя величины. Всѣхъ различаютъ шестнадцать величинъ. Первыя шесть величинъ видны простымъ глазомъ. По взаимной близости звѣзды дѣлятся на созвѣздiя. Составъ звѣздъ сходенъ съ составомъ и строенiемъ солнца: это—тоже раскаленныя тѣла, окруженныя газообразной атмосферой. Среди элементовъ, входящихъ въ составъ звѣздъ, наиболѣе распространены водородъ, магнiй, желѣзо, натрiй и др. Различаютъ три типа

звѣздъ: бѣлый, желтый и красный. Наибольшей яркости и наиболѣе высоко. температуры достигаютъ бѣлыя, затѣмъ желтыя и, наконецъ, красныя. Наше солнце принадлежитъ къ желтымъ. Есть звѣзды двойныя, тройныя и сложныя что можно видѣть только въ зрительную трубу.

Звѣздныя туманности—это громадное скопленіе звѣздъ.

Спектръ ихъ значительно отличается отъ спектра звѣздъ. Въ немъ много блестящихъ линій, указывающихъ на газообразный составъ тѣлъ.

В. Что такое перемѣнныя звѣзды?

О. Звѣзды, измѣняющія свою яркость. Наше солнце—тоже перемѣнная звѣзда съ періодомъ въ одиннадцать лѣтъ, но масштабъ измѣненія яркости незначителенъ. Болѣе неправильно мѣняютъ свой блескъ звѣзды, принадлежащія къ типу красныхъ.

В. Разскажите о движеніи воды въ океанѣ?

О. Различаютъ три вида движеній: 1) волны, 2) теченіе и 3) приливы и отливы. Волны происходятъ отъ вѣтра, а высота волны зависитъ отъ силы вѣтра и глубины воды. Теченія происходятъ по одному опредѣленному направленію, главнымъ образомъ, отъ солнечной теплоты. Извѣстны въ тропическихъ моряхъ: большое экваторіальное теченіе, которое, начинаясь въ Атлантическомъ океанѣ почти у самыхъ береговъ Африки, у восточныхъ береговъ Америки дѣлится на двѣ вѣтви, изъ которыхъ одна, пройдя вдоль береговъ Бразиліи, теряется около южной оконечности Америки, а другая, подъ названіемъ Гольфстрема, идетъ вдоль береговъ Соединенныхъ Штатовъ, а затѣмъ, раздѣлившись на двѣ вѣтви, достигаетъ одной вѣтвью Шпицбергена, а другой—сѣверо-западныхъ береговъ Африки. Экваторіальное теченіе въ Тихомъ океанѣ тоже имѣетъ теченіе отъ востока къ западу, а одна вѣтвь теплаго теченія омываетъ восточные берега Японіи. Явленіе приливовъ и отливовъ ежедневно можно наблюдать на берегахъ океана. Это явленіе происходитъ отъ притяженія, оказываемаго на воды океана луною. Наиболѣе это явленіе наблюдается въ новолуніе и полнолуніе, наименѣе—во время четвертей луны.

В. Отчего происходятъ водовороты, и какіе изъ нихъ извѣстны?

О. Водовороты происходятъ отъ встрѣчи двухъ противоположныхъ теченій на подводныхъ скалахъ. Одинъ—Мальстрёмъ, лежащій около береговъ Норвегіи, другой—знаменитый въ древности водоворотъ Сцилла и Харибда, лежащій въ Мессинскомъ проливѣ.

Устный экзаменъ по законовѣдѣнію.

В. Какія человѣкъ имѣетъ потребности, и въ чемъ онѣ состоятъ?

О. Человѣкъ состоитъ изъ тѣла и души. а потому и потребности у него имѣются двойственныя. Физическая природа требуетъ матеріальныхъ потребностей, которыя обусловливаютъ поддержку физической жизни. Душа требуетъ духовныхъ потребностей для поддержанія своей духовной жизни. Среди духовныхъ потребностей различаютъ: религіозныя, состоящія въ стремленіи человѣка къ общенію съ Богомъ при посредствѣ исповѣданія опредѣленной религіи; нравственныя, побуждающія его стремиться къ добру и осуждать зло; умственныя состоящія въ стремленіи человѣка познать все окружающее; эстетическія, состоящія въ стремленіи человѣка ко всему прекрасному.

В. Раскажите о правахъ личности, ихъ раздѣленіи, и въ чемъ эти права заключаются?

О. Право личности имѣетъ значеніе непріобрѣтаемаго, присущаго каждому человѣку, какъ существу разумному, права. Оно дѣлится на слѣдующія права: а) право на неприкосновенность жизни и здоровья, б) право на нравственную неприкосновенность тѣла, в) право личной свободы и г) право на честь и доброе имя. Право на неприкосновенность жизни и здоровья заключается въ томъ, что никто не можетъ лишить человѣка жизни или повредить его здоровья безъ опасенія получить за то соотвѣтствующее наказаніе. Право на нравственную

неприкосновенность тѣла заключается въ томъ, что всякое посягательство на цѣломудріе наказывается по закону. Право личной свободы заключается въ томъ, что никто не можетъ самовольно лишить другого свободы и за нарушеніе этого права подвергается наказанію. Лишеніе свободы можетъ состояться только по опредѣленію общественной власти и примѣняется по отношенію къ лицамъ, нарушившимъ право другихъ людей и уклоняющимся отъ законной отвѣтственности. Право на честь и доброе имя заключается въ томъ, что за оскорбленіе на словахъ и письмѣ полагается соотвѣтствующее наказаніе.

В. Какія существуютъ судебныя установленія?

О. Суды мировые и окружные, вторую инстанцію составляютъ съѣзды мировыхъ судей и судебныя палаты, высшую—Сенатъ.

В. Источники обязательствъ, отношенія между родителями и дѣтьми?

О. Подъ обязательствомъ разумѣютъ такое юридическое отношеніе, при которомъ одно лицо обязывается совершить въ пользу другого лица опредѣленное дѣйствіе, имѣющее имущественную цѣнность, а другое лицо получаетъ право на это дѣйствіе. Источникомъ обязательства, составляющимъ его законное основаніе, является или законъ непосредственно (такъ, обязательство гражданина платить подати возникаетъ непосредственно изъ закона), или законъ является посредствующимъ источникомъ въ томъ смыслѣ, что обязательство возникаетъ изъ другихъ источниковъ, которые на основаніи закона даютъ одному лицу право на имущественное дѣйствіе другого, — такими источниками являются правонарушеніе и договоръ.

Отношенія между родителями и дѣтьми имѣютъ почти исключительно нравственный характеръ, хотя нѣкоторыя изъ нихъ и получаютъ юридическое признаніе въ положительныхъ законахъ: такъ, напр., на дѣтей закономъ налагается обязанность доставлять пропитаніе дряхлымъ, немощнымъ и находящимся въ бѣдности родителямъ. Естественная любовь къ своимъ дѣтямъ, вмѣстѣ съ нравственнымъ сознаніемъ обязанности заботиться объ ихъ дѣйствительномъ благѣ, являются тѣмъ руководящимъ началомъ, которымъ опредѣляются отношенія родителей къ дѣтямъ; равнымъ образомъ и дѣтямъ отъ природы свойственна любовь, привязанность, почтительность и благодарность къ родителямъ, вмѣстѣ съ сознаніемъ ихъ нравственнаго долга уважать волю родителей.

Устный экзаменъ по логикѣ.

По логикѣ, предположимъ, я получилъ одинъ *вопросъ*: «Методъ индуктивнаго выясненія причинной связи между явленіями?»

На него я *отвѣтилъ* слѣдующее:

«Внѣшнимъ выраженіемъ причинной связи служитъ то, что причина и дѣйствіе непосредственно одна за другимъ слѣдуютъ. Для опредѣленія причинной связи существуютъ четыре метода: 1) методъ согласія состоитъ въ томъ, что изъ многихъ случаевъ мы выдѣляемъ одно обстоятельство, общее имъ всѣмъ; разъ только въ этомъ обстоятельствѣ всѣ случаи согласуются, то оно и есть причина даннаго явленія; 2) методъ разницы: если нѣсколько случаевъ разнятся между собой однимъ только обстоятельствомъ, при чемъ въ однихъ, сопровождаемыхъ даннымъ обстоятельствомъ, явленіе наступаетъ, а въ другихъ, въ которыхъ это обстоятельство не наблюдается, явленіе не наступаетъ, то данное обстоятельство и есть причина явленія; 3) методъ остатковъ формулируется такимъ образомъ: если изъ даннаго явленія природы вычесть ту часть его, которая извѣстна на основаніи прежнихъ изслѣдованій, какъ дѣйствіе опредѣленныхъ предшествующихъ (причинъ), то остающаяся часть (остатокъ) явленія природы является дѣйствіемъ остальныхъ предшествующихъ (причинъ); 4) методъ сопутствующихъ измѣненій: если, вмѣстѣ съ измѣненіемъ одной части предшествующаго явленія, наступаетъ измѣненіе въ части послѣдующаго, между тѣмъ какъ другія части остаются неизмѣнными, то можно утверждать, что измѣняющіяся части находятся между собой въ отношеніи причинной связи».

Устный экзаменъ по русскому языку.

Вопросы экзаменатора:

1) Что вамъ извѣстно о «Запискахъ охотника» Тургенева?

2) Перечислите главные крестьянскіе типы изъ «Записокъ охотника» и охарактеризуйте ихъ.

3) Укажите типическія черты личности Рудина и индивидуальныя.

4) Какія литературныя направленія вамъ извѣстны изъ исторіи русской литературы и перечислите ихъ въ порядкѣ исторической послѣдовательности?

5) Что понималъ Пушкинъ подъ «широкимъ и вольнымъ изображеніемъ характеровъ», въ которомъ онъ старался подражать Шекспиру?

6) Въ какихъ тонахъ изображается природа въ «Вечерахъ на хуторѣ»?

7) Назовите главныя черты творчества Гоголя.

8) Къ какому роду произведеній вы отнесете стихотвореніе «Брожу ли вдоль улицъ шумныхъ»?

9) Что такое элегія?

Отвѣты экзаменующагося:

1) «Записки охотника» представляютъ собою рядъ самостоятельныхъ очерковъ и разсказовъ изъ крестьянской жизни, за небольшими исключеніями. Однако, въ книгѣ этой имѣется извѣстное единство—единство содержанія и построенія: предметомъ Тургенева въ «Запискахъ охотника» было правдивое изображеніе народной жизни, а цѣлью — вызвать сочувствіе къ тяжелому положенію крѣпостного крестьянина. И цѣль автора оправдалась. «Записки охотника» возбудили вниманіе общества къ тяжелому положенію крестьянства и сыграли свое значеніе въ общественномъ возбужденіи предъ освобожденіемъ крестьянъ отъ крѣпостной зависимости.

Достигъ этой цѣли Тургеневъ правдивымъ изображеніемъ народной жизни. На однихъ крестьянскихъ типахъ онъ показалъ разлагающее дѣйствіе крѣпостного права. Въ другихъ типахъ онъ вывелъ свѣтлые образы русскаго крестьянства, какъ Лукерья, Касьянъ изъ Красивой Мечи, Бирюкъ, Калинычъ и другіе, чтобы тѣмъ рѣзче подчеркнуть всю безнравственность крѣпостной системы угнетенія человѣкомъ человѣка.

Образы загнанныхъ, забитыхъ крѣпостнымъ правомъ крестьянъ встрѣчаемъ мы во многихъ разсказахъ изъ «Записокъ охотника». Такими разсказами, гдѣ особенно ярко выступаетъ приниженная доля русскаго крестьянина, являются: «Бурмистръ», «Льговъ», «Малиновая вода», «Контора», «Свиданіе», «Ермолай и мельничиха», «Два помѣщика», отчасти «Бирюкъ» и нѣкоторые другіе. Если въ возбужденіи вниманія общества къ приниженному крѣпостнымъ правомъ русскому крестьянству заключалось общественное значеніе «Записокъ охотника», то не менѣе велико и ихъ историко-литературное значеніе.

Идя по пути поэтическаго воспроизведенія народной жизни, намѣченному Пушкинымъ и Гоголемъ, Тургеневъ въ «Запискахъ охотника» впервые раскрылъ глубоко человѣческую природу русскаго крестьянства. Въ этомъ изображеніи онъ далъ и мелкія бытовыя черты, и нравственный и умственный обликъ русскаго народа. При этомъ онъ былъ далекъ отъ сентиментально-слащаваго воспѣванія народа и оставался глубоко реалистичнымъ. Также надо отмѣтить чрезвычайно искусно написанныя картины природы средней полосы Россіи.

2) Хорь и Калинычъ — основные типы русскаго крестьянства. Въ Хорѣ Тургеневъ отмѣтилъ здравый смыслъ русскаго народа, практическую смекалку и его стойкость въ жизненной борьбѣ. Хорь — человѣкъ раціональный, разсудочный: жизненный опытъ пріучилъ его къ осмотрительности, и онъ не любитъ никого посвящать въ свои тайны; онъ остороженъ, «крѣпокъ на языкъ», вообще всегда «себѣ на умѣ». Къ тому же онъ трудолюбивъ и настойчивъ. Въ семей-

номъ кругу онъ, правда, патріархальный родовладыка, но сердеченъ въ отношеніяхъ. Въ своихъ отношеніяхъ къ женщинамъ онъ раздѣляетъ предразсудки своей среды и времени: къ нимъ онъ относится пренебрежительно и съ презрѣніемъ.

Калинычъ—полная противоположность Хорю. Онъ—идеалистъ и романтикъ. Его основныя черты — восторженность и мечтательность. Калинычъ не практиченъ, не хозяйственъ и перебивается кое-какъ. Характеромъ онъ кротокъ, незлобивъ, слѣпо вѣритъ всему, способенъ къ большой привязанности, живетъ исключительно чувствами. Калинычъ любитъ природу, въ душѣ его чувствуется поэтическая жилка.

Въ лицѣ Касьяна Тургеневъ впервые памѣтилъ тотъ типъ, свойственный русской народной жизни, на которомъ позднѣе останавливались Достоевскій и особенно Толстой. Это—человѣкъ «не отъ міра сего», слившійся съ природой, страстный проповѣдникъ добра и правды, любви не только къ людямъ, но и ко всякой твари.

Близко примыкаетъ къ Касьяну и къ Калинычу Лукерья изъ разсказа «Живыя мощи». То же отсутствіе заботы о себѣ, личнаго эгоизма, та же душевная чистота и кротость, та же моральная чуткость, то же смиреніе, та же любовь къ природѣ — вотъ черты, общія у Лукерьи съ Касьяномъ и Калинычемъ. Характерная черта Лукерьи — это *сила терпѣнія*, развитая у ней до совершенства. Эта черта глубоко національна для русскаго душевнаго уклада и вытекаетъ изъ другой типической черты—религіозности.

Также надо отмѣтить Бирюка, этого суроваго исполнителя долга, строгаго на видъ къ людямъ, но, на самомъ дѣлѣ, добраго и справедливаго.

«Пѣвцы» Яшка-Турокъ и рядчикъ представляютъ два характерныхъ типа. Оба—музыкальны, оба любятъ пѣсню, но, въ то время какъ рядчикъ способенъ только потѣшить своей веселой плясовой пѣсней, Яшка-Турокъ глубоко трогаетъ своей грустной пѣсней слушателей и даже своего соперника-рядчика. Въ «пѣвцахъ» Тургеневъ выводитъ характерную черту русскаго народа—любовь къ пѣснѣ и къ пѣснѣ грустной, печальной.

3) Къ числу типическихъ чертъ эпохи 30—40-ыхъ годовъ, воспроизведенныхъ Тургеневымъ въ лицѣ Рудина, относятся: преобладаніе философскихъ и эстетическихъ интересовъ, созданныхъ вліяніемъ преимущественно нѣмецкой философіи и поэзіи, высокій нравственный идеализмъ, восторженная вѣра въ добро и правду,—а на ряду съ этими положительными качествами—грустный разладъ между словомъ и дѣломъ, неприспособленность къ жизни, неспособность къ дѣятельному проведенію своихъ идеаловъ, слабость воли, при сильномъ развитіи рефлексіи и самоанализа.

Индивидуальныя черты личности Рудина слѣдующія: повышенное самолюбіе и самоувѣренность, блестящее краснорѣчіе, любовь къ громкимъ фразамъ жажда успѣха.

4) Ложноклассицизмъ, сентиментализмъ, романтизмъ и реализмъ.

5) Подъ «широкимъ и вольнымъ изображеніемъ характеровъ» Пушкинъ понималъ реалистическій методъ изображенія характеровъ.

6) Въ зависимости отъ настроенія разсказа: то ликующей, то мрачной.

7) Художественный реализмъ; юморъ; моральныя стремленія — желаніе дать обществу въ своихъ произведеніяхъ уроки нравственности; широта обобщенія въ типахъ; лиризмъ.

8) Къ элегіи.

9) Элегіей называется такое лирическое произведеніе, въ которомъ поэтъ выражаетъ свое грустное чувство по поводу тѣхъ или иныхъ печальныхъ явленій.

Родина элегіи — Малая Азія; элегіями тамъ назывались скорбныя похоронныя пѣсни. Изъ Малой Азіи элегія перешла въ Грецію, гдѣ она получила политическо-воинственное направленіе. Изъ Греціи она перешла въ Римъ. Римскіе поэты: Катуллъ, Тибулъ, Проперцій и Овидій навсегда упрочили названіе элегіи за стихотвореніями, выражающими грусть. Въ такомъ видѣ элегія перешла и въ позднѣйшія европейскія литературы.

Устный экзаменъ по латинскому языку.

На экзаменѣ по латинскому языку за 8 классовъ обыкновенно предлагается прочитать, перевести и разобрать любой отрывокъ изъ Цезаря, отрывокъ изъ приготовленныхъ къ экзамену Тита Ливія или Цицерона и затѣмъ 10—20 стиховъ Горація, или Овидія, или Виргилія. Потомъ экзаменующемуся предлагаютъ нѣсколько вопросовъ изъ синтаксиса.

Вотъ образецъ такого экзамена:

Экзаменаторъ. Какія пѣсни Горація вы приготовили?

Экзаменующійся перечисляетъ тѣ пѣсни, которыя онъ выучилъ въ 29 вып. «Гимназіи на дому».

Экзаменаторъ. Прочтите и переведите 21 пѣсню изъ I книги:

Dianam tenerae dicite virgines,
Intonsum, pueri, dicite Cynthium
Latonamque supremo
Dilectam penitus Jovi.
Vos laetam fluviis et nemorum coma,
Quaecumque aut gelido prominet Algido,
Nigris aut Erymanthi
Silvis aut viridis Cragi;
Vos tempe totidem tollite laudibus
Natalemque, mares, Delon Apollinis,
Insignemque pharetra
Fraternaque umerum lyra.

Во время перевода или послѣ него экзаменаторъ предлагаетъ рядъ вопросовъ для этимологическаго и синтаксическаго разбора тѣхъ или иныхъ мѣстъ и, въ связи съ разборомъ, задаетъ вопросы изъ синтаксиса вообще.

Вопросы экзаменатора:

1) Какимъ стихотворнымъ размѣромъ написана прочитанная пѣсня?
2) Въ чемъ сущность этого размѣра?
3) Кого подразумѣваютъ подъ словомъ Cynthium?

Экзаменаторъ. Какую книгу Тита Ливія вы читали?

Экзаменующійся. 43-ью книгу.

Экзаменаторъ. Прочтите и переведите это мѣсто (при этомъ указываетъ на предложенія 1—2 главы XI):

Haec et alia haud prospere in Macedonia gesta ex Sex. Digito tribuno militum, qui sacrificii causa Romam venerat, sunt audita. 2 propter quae veriti patres ne qua maior ignominia acciperetur, legatos in Macedoniam M. Fulvium et M. Caninium Rebilum miserunt, qui comperta quae agerentur referrent; et ut Nostilius consul comitia consulibus subrogandis ita ediceret, uti mense Januario comitia habere posssent, et ut primo quoque tempore in urbem rediret.

Вопросы экзаменатора:

1) Что за ut въ предложеніи ut Nostilius... ita ediceret?
2) Какой падежъ consulis subrogandis?
3) Что вамъ извѣстно о Титѣ Ливіи?
4) Сколько книгъ въ себѣ заключала «Исторія» Тита Ливія?

Рядъ вопросовъ по латинской грамматикѣ, предлагаемыхъ экзаменаторомъ, экзаменующійся найдетъ въ пробномъ экзаменѣ по латинскому языку за 6 классовъ, въ 23 вып. «Гимназіи на дому».

Ключъ къ устному экзамену по латинскому языку.

Чтеніе стихотворнымъ размѣромъ пѣсни изъ Горація.

Díanám teneráe || dícite virgines
Intonsúm, puerí, || dícite Cýnthiúm
Látonámque supréмo
Dílectám penitús Iovi.
Vós laetám fluviís || ét nemorúm comá,
Quáecumqu(e) áut gelidó || próminet Algidó,
Nígris áut Erymánthi
Sílvis áut viridís Cragí;
Vós tempé totidém || tollite láudibús
Nátalémque, marés, || Délon Apóllinís,
Insignémque pharétra
Fráternáqu(e) umerúm lyrá.

Переводъ пѣсни.

Діану воспѣвайте, нѣжныя дѣвы, нестриженнаго Цинтійца, юноши, воспѣвайте и Латону, любимую глубоко всевышнимъ Юпитеромъ. Вы (дѣвы, воспѣвайте богиню), радующуюся прохладнымъ струямъ и кудрямъ рощъ, которыя выдаются либо на холодномъ Алгидѣ, либо чернаго Эриманта, либо въ лѣсахъ зеленаго Крага. Вы, мужчины (юноши), превозносите похвалами столько же разъ Темпе, и родину Аполлона Делосъ, и плечо, замѣчательное колчаномъ брата и лирой.

Отвѣты экзаменующагося:

1) Размѣромъ третьей Асклепіазовой строфы.

2) Первые два стиха строфы здѣсь сходны съ размѣромъ первой асклепіазовой строфы, т.-е. состоятъ изъ чередующихся хореевъ и ямбовъ. Схематически ихъ размѣръ изображается такъ: ⊥ — ⊥ ◡ ◡ ⊥ || ⊥ ◡ ◡ ⊥ ◡ ⊥.

Третій стихъ этой строфы дактило-хореическій и состоитъ изъ трехъ стопъ. Схема его такова: ⊥ — ⊥ ◡ ◡ ⊥ ◡.

Четвертый стихъ этой строфы тоже дактило-хореическій съ небольшимъ отличіемъ отъ третьяго. Схема его: ⊥ — ⊥ ◡ ◡ ⊥ ◡ ⊥.

3) Аполлона.

Переводъ отрывка изъ Тита Ливія.

Это и другое, сдѣланное неуспѣшно въ Македоніи Секстіемъ Дигитомъ, военнымъ трибуномъ, который для жертвоприношеній прибылъ въ Римъ, было услышано. Вслѣдствіе этого, опасающіеся сенаторы, чтобы какое-либо большое безчестіе не получено было, послали въ Македонію легатовъ Марка Фульвія Флакка и Марка Канинія Ребила, которые доложили бы (Сенату) по изслѣдованіи; и чтобы консулъ Гостилій комиціи для избранія консуловъ такъ назначилъ, чтобы въ январѣ мѣсяцѣ комиціи могли состояться, и чтобы тотчасъ же въ городъ (Римъ) онъ возвратился.

Отвѣты экзаменующагося:

1) Ut obiectivum.

2) Dativus finalis.

3) Ливій родился въ городѣ Патавіи въ I вѣкѣ до Р. Хр. Онъ рано выступилъ на литературномъ поприщѣ, получивъ хорошее образованіе. Происходилъ онъ изъ состоятельной семьи. Однако, никакихъ государственныхъ должностей

онъ никогда не занималъ и прославился лишь своими литературными произведеніями, особенно своей «Римской исторіей». Умеръ Титъ Ливій въ 17-мъ году до Р. Х.

4) 142 книги.

Устный экзаменъ по нѣмецкому языку.

На устномъ экзаменѣ по нѣмецкому языку за 8 классовъ обыкновенно даютъ прочесть какой-либо отрывокъ изъ произведеній какого-нибудь нѣмецкаго писателя: Шиллера, Гёте, Гауффа и т. д. Отрывокъ надо сначала прочесть, потомъ перевести на русскій языкъ. Затѣмъ экзаменаторъ задаетъ нѣсколько вопросовъ, касающихся этимологическаго и синтаксическаго состава прочитаннаго отрывка.

Экзаменаторъ. Прочтите и переведите вотъ это мѣсто изъ Maria Stuart Шиллера (при этомъ экзаменаторъ указываетъ на первыя 14 строкъ перваго дѣйствія).

Kennedy. Was macht ihr, Sir? Welch neue Dreistigkeit!
Zurück von diesem Schrank!
Paulet. Wo kam der Schmuck her?
Vom obern Stock ward er herabgeworfen;
Der Gärtner hat bestochen werden sollen
Mit diesem Schmuck. Fluch über Weiberlist!
Trotz meiner Aufsicht, meinem scharfen Suchen,
Noch Kostbarkeiten, noch geheime Schätze!
Kennedy. Zurück, Verwegner!
Hier liegen die Geheimnisse der Lady.
Paulet. Die eben suche ich. (*Schriften hervorziehend*).
Kennedy. Unbedeutende
Papiere, blosse Uebungen der Feder,
Des Kerkers traurige Weile zu verkürzen.

Вопросы экзаменатора:

1) Изъ какихъ словъ состоитъ vom?
2) Каковъ порядокъ словъ въ предложеніи: Wo kam der Schmuck her?
3) Какой порядокъ словъ въ придаточномъ предложеніи?
4) Почему въ предложеніи Fluch über Weiberlist не поставленъ членъ опредѣленный или неопредѣленный?

Ключъ къ устному экзамену по нѣмецкому языку.

Переводъ отрывка.

Кеннеди. Что вы здѣсь дѣлаете, сэръ? Какая новая дерзость?
Долой отъ этого шкапа!
Паулетъ. Откуда попало сюда это украшеніе?
Изъ верхняго этажа оно было сброшено;
Садовникъ долженъ былъ бы быть подкупленъ этимъ украшеніемъ.
Проклятіе женской хитрости!
Несмотря на мой надсмотръ, на мои острые (бдительные) поиски,
Еще драгоцѣнности, еще тайныя цѣнности!
Кеннеди. Долой, дерзкій!
Здѣсь лежатъ тайны леди.
Паулетъ. Ихъ именно я ищу. (*Вынимая рукописи*).
Кеннеди. Незначительныя, простыя упражненія пера,
(предназначенныя) чтобы сократить грустное время въ тюрьмѣ.

Отвѣты экзаменующагося:

1) Von dem.
2) Обратный порядокъ словъ.
3) Порядокъ словъ придаточнаго предложенія отличается отъ главнаго тѣмъ, что измѣняемый глаголъ ставится не на второмъ мѣстѣ, а въ концѣ предложенія.
4) Потому что безъ члена употребляются всѣ имена собственныя и вещественныя, а равно и имена отвлеченныя, выражающія состояніе или качество.

Weiberlist—отвлеченное слово, выражающее качество.

Устный экзаменъ по французскому языку.

Экзаменаторъ. Прочтите и переведите вотъ это мѣсто изъ Prascovie Sibérienne.

Экзаменующійся читаетъ указанный текстъ:

Prascovie Lopuloff était son nom. Son père, d'une famille noble d'Ukraine, naquit en Hongrie, où le hasard de circonstances avait conduit ses parents, et servit quelque temps dans les housards noirs; mais il ne tarda pas à les quitter pour venir en Russie, où il se maria. Il reprit ensuite dans sa patrie la carrière des armes, servit longtems dans les troupes russes et fit plusieurs campagnes contre les Turcs. Il s'était trouvé aux aussauts d'Ismaïl et d'Otchakoff, et avait mérité par sa conduite l'estime de son corps.

Вопросы экзаменатора:

1) Какая глагольная форма servit?
2) Какой это глаголъ, и какъ présent de l'indicatif отъ servir?
3) Какъ согласуются причастія безъ вспомогательнаго глагола прошедшаго времени (le participe passé)?
4) Почему servit, reprit и др. поставлены въ passé défini?
5) Какой порядокъ словъ называется правильнымъ, или прямымъ?

Ключъ къ устному экзамену по французскому языку.

Переводъ отрывка.

Ея имя было Прасковія Лопулова. Отецъ ея, происходившій изъ знатной малорусской фамиліи, родился въ Венгріи, куда случайныя обстоятельства забросили его родителей, и нѣкоторое время служилъ въ черныхъ гусарахъ; но вскорѣ онъ ихъ оставилъ, чтобы возвратиться въ Россію, гдѣ онъ женился. Впослѣдствіи онъ снова сдѣлалъ карьеру на военномъ поприщѣ въ своемъ отечествѣ, долгое время служилъ въ русскихъ войскахъ и сдѣлалъ нѣсколько походовъ противъ турокъ. Онъ участвовалъ въ осадахъ Измаила и Очакова и своимъ поведеніемъ заслужилъ уваженіе своего отряда.

Отвѣты экзаменующагося:

1) Passé défini de l'indicatif.
2) Servir—неправильный глаголъ. Présent de l'indicatif: je sers, tu sers, il sert, nous servons, vous servez, ils servent.
3) Причастіе прошедшаго времени (le participe passé), употребленное безъ вспомогательнаго глагола, согласуется съ существительнымъ, къ которому относится, въ родѣ и числѣ.
4) Глаголъ servit, reprit и др. поставлены въ passé défini, такъ какъ послѣднее всегда ставится въ историческомъ разсказѣ.
5) Слѣдующій порядокъ: подлежащее, сказуемое, прямое дополненіе, косвенное дополненіе и обстоятельство. Опредѣленіе обыкновенно или предшествуетъ, или слѣдуетъ за опредѣляемымъ словомъ.

II. Письменные экзамены.

Письменный экзаменъ по латинскому языку.

Съ 1 января 1914 г. въ составъ испытанія зрѣлости по латинскому языку вводится письменный переводъ съ латинскаго языка на русскій отрывковъ изъ изучаемыхъ авторовъ.

Экзаменаторъ. Перепишите и переведите вотъ это мѣсто изъ Commentarii de bello gallico (при этомъ экзаменаторъ указываетъ на XLIII главу шестой книги):

Caesar rursus ad vexandos hostes profectus magno coacto numero ex finitimis civitatibus in omnes partes dimittit. Omnes vici atque omnia aedificia, quae quisque conspexerat incedebantur; praeda ex omnibus locis agebatur; frumenta non solum a tanta multitudine iumentorum atque hominum consumebantur, sed etiam anni tempore atque imbribus procubuerant, ut, si qui etiam in praesentia se occultassent, tamen his deducto exercitu rerum omnium inopia pereundum videretur. Ac saepe in eum locum ventum est tanto in omnis partis diviso equitatu, ut modo visum ab se Ambiorigem in fuga circumspicerent captivi nec plane etiam abisse ex conspectu contenderent, ut spe consequendi illata atque infinito labore suscepto, qui se summam ab Caesare gratiam inituros putarent, paene naturam studio vincerent, semper que paulum ad summam felicitatem defuisse videretur, atque ille latebris aut salfibus se eriperet et noctu occultatus alias regiones partesque peteret non maiore equitum praesidio quam quattuor, quibus solis vitam suam committere audeba.

Переводъ отрывка.

Отправившись снова разорять враговъ и собравъ множество народа изъ сосѣднихъ государствъ, Цезарь разсылаетъ ихъ во всѣ стороны. Всѣ селенія, а также всѣ зданія, которыя кто-нибудь замѣчалъ, сжигались; отовсюду сгонялась добыча (скотъ); хлѣбъ не только поѣдался этимъ множествомъ вьючныхъ животныхъ и людей, но и полегъ весь отъ дождливаго времени года, такъ что, если кто и спрятался теперь послѣ ухода войска, одн ко, долженъ былъ, вслѣдствіе недостатка всѣхъ припасовъ, погибнуть, повидимому. Въ то время, какъ такое огромное войско было разослано во всѣ стороны, дѣло часто доходило до того, что плѣнные оглядывались вокругъ, ища Амбіорига, который только что промелькнулъ предъ ними, и утверждая, что онъ не могъ еще совсѣмъ скрыться изъ глазъ. Хотя они думали, что заслужатъ, поймавъ Амбіорига, величайшую благодарность Цезаря, и въ надеждѣ этого добиться, взялись за это трудное дѣло, при чемъ дѣлали для этого нечеловѣческія усилія, и хотя постоянно казалось, что они были на краю счастья, но Амбіоригъ укрывался въ потаенныхъ мѣстахъ или въ ущельяхъ и, пользуясь ночною тьмою, пробирался по другимъ направленіямъ и въ другія области подъ защитою не болѣе четырехъ всадниковъ, которымъ однимъ онъ отваживался довѣрить свою жизнь.

Письменный экзаменъ по нѣмецкому языку.

При письменныхъ испытаніяхъ по новымъ языкамъ предлагается или изложеніе какого-нибудь отрывка, или переводъ съ русскаго на нѣмецкій или французскій языкъ. Образецъ изложенія на нѣмецкомъ языкѣ мы дали въ 23 вып., въ пробномъ экзаменѣ за 6 классовъ. Въ испытаніяхъ за 8 классовъ предлагается для изложенія отрывокъ немного сложнѣе. Здѣсь мы дадимъ образецъ перевода съ русскаго яз. на нѣмецкій.

Перевести на нѣмецкій языкъ слѣдующій разсказъ:

Львица и матросъ.

Одинъ матросъ былъ посланъ съ другими на берегъ Восточной Индіи на рубить дровъ. Когда онъ, нѣсколько отдалившись отъ своихъ товарищей, сталъ одинъ кружиться въ лѣсу, онъ вдругъ замѣтилъ львицу, какъ разъ спѣшившую къ нему. О томъ, чтобы убѣжать, нечего было думать. Но какъ поразился онъ, когда львица ласкаясь легла у его ногъ и, глядя на одно дерево, казалось, молила его о помощи. Матросъ рѣшилъ слѣдовать за ней и увидѣлъ на вѣтвяхъ дерева сидящаго павіана, который держалъ на рукахъ двухъ львятъ. Было легко отгадать, что обезьяна въ отсутствіе львицы выкрала ея дѣтенышей, чтобы съ ними поиграть. Тотчасъ взялся онъ за работу, чтобы дерево, которое, къ счастью, не было толстымъ, срубить и т. д.

Каждому испытуемому предоставляется, по ознакомленіи съ отрывкомъ, подчеркнуть въ русскомъ текстѣ слова, переводъ которыхъ на иностранный языкъ ему неизвѣстенъ, и спросить соотвѣтствующихъ указаній обязательно при началѣ испытанія у присутствующаго преподавателя даннаго иностраннаго языка; всѣ такого рода указанія отмѣчаются на работѣ испытуемаго и принимаются во вниманіе при оцѣнкѣ работы; преподаватель можетъ иногда разрѣшить пользоваться словаремъ.

(Изъ циркуляра Гл. Упр. Мин. Нар. Пр. отъ 13 февр. 1911 г., № 5481).

Переводъ разсказа.

Die Löwin und der Matrose.

Ein Matrose wurde an der Küste von Ostindien mit andern geschickt, um Holz zu fällen. Als er etwas entfernt von seinen Kameraden, allein im Walde umherging, erblickte er plötzlich eine Löwin, die gerade auf ihn zueilte. An Entfliehen war nicht zu denken. Aber wie erstaunte er, als sich die Löwin schmeichelnd zu seinen Füssen legte und, nach einem Baume blickend, ihn um Hilfe anzuflehen schien. Der Matrose entschloss sich, ihr zu folgen, und sah in den Zweigen des Baumes einen Pavian sitzen, der zwei Löwenchen in den Armen hielt. Es war leicht zu erraten, dass der Affe der Löwin in ihrer Abwesenheit ihre Jungen gestohlen hatte um mit denselben zu spielen. Alsbald machte er sich an die Arbeit, den Baum, welcher, zum Glück, nicht dick war, umzuhauen.

Письменный экзаменъ по французскому языку.

Перевести на французскій языкъ слѣдующій разсказъ:

Французскій Регулъ.

Всѣ знаютъ исторію Регула, того римлянина, который былъ взятъ въ плѣнъ карѳагенянами и, будучи отпущенъ въ Римъ на честное слово, чтобы предложить обмѣнъ плѣнниками, героически совѣтовалъ Сенату не принимать сдѣланныхъ предложеній и возвратился въ Карѳагенъ, гдѣ его ждали ужасныя муки. Но много французовъ, навѣрное, не знаютъ, что одинъ изъ ихъ соотечественниковъ проявилъ столько же храбрости и величія души, какъ Регулъ.

Одинъ офицеръ изъ Saint-Malo, по имени Pierre de la Barbinais, командуя фрегатомъ съ 36 пушками, воевалъ съ пиратами, которые нападали на всѣ корабли, встрѣчавшіеся имъ.

Переводъ отрывка.

Le Régulus français.

Tout le monde connaît l'histoire de Régulus, ce Romain, qui était prisonnier par les Carthaginois et envoyé à Rome, sur sa parole, pour proposer un échange de captifs, conseilla héroïquement au Senat de rejeter les offres faites, et revint à Carthage, où l'attendaient d'horribles supplices. Mais beaucoup de Français ignorent certainement qu'un de leurs compatriotes montra autant de courage et de grandeur d'âme que Régulus.

Un officier de Saint-Malo, nommé Pierre de la Barbinais, commandant une frégate de trente-six canons, faisait la guerre aux pirates qui attaquaient tous les navirs qu'ils rencontraient.

32°

′	Sin.	D.	Tang.	D.	Cotg.	D.	Cos.	′
0	9.72421	20	9.79579	28	0.20421	8	9.92842	60
1	9.72441	20	9.79607	28	0.20393	8	9.92834	59
2	9.72461	21	9.79635	28	0.20365	8	9.92826	58
3	9.72482	20	9.79663	28	0.20337	8	9.92818	57
4	9.72502	20	9.79691	28	0.20309	7	9.92810	56
5	9.72522	20	9.79719	28	0.20281	8	9.92803	55
6	9.72542	20	9.79747	29	0.20253	8	9.92795	54
7	9.72562	20	9.79776	28	0.20224	8	9.92787	53
8	9.72582	20	9.79804	28	0.20196	8	9.92779	52
9	9.72602	20	9.79832	28	0.20168	8	9.92771	51
10	9.72622	21	9.79860	28	0.20140	8	9.92763	50
11	9.72643	20	9.79888	28	0.20112	8	9.92755	49
12	9.72663	20	9.79916	28	0.20084	8	9.92747	48
13	9.72683	20	9.79944	28	0.20056	8	9.92739	47
14	9.72703	20	9.79972	28	0.20028	8	9.92731	46
15	9.72723	20	9.80000	28	0.20000	8	9.92723	45
16	9.72743	20	9.80028	28	0.19972	8	9.92715	44
17	9.72763	20	9.80056	28	0.19944	8	9.92707	43
18	9.72783	20	9.80084	28	0.19916	8	9.92699	42
19	9.72803	20	9.80112	28	0.19888	8	9.92691	41
20	9.72823	20	9.80140	28	0.19860	8	9.92683	40
21	9.72843	20	9.80168	27	0.19832	8	9.92675	39
22	9.72863	20	9.80195	28	0.19805	8	9.92667	38
23	9.72883	19	9.80223	28	0.19777	8	9.92659	37
24	9.72902	20	9.80251	28	0.19749	8	9.92651	36
25	9.72922	20	9.80279	28	0.19721	8	9.92643	35
26	9.72942	20	9.80307	28	0.19693	8	9.92635	34
27	9.72962	20	9.80335	28	0.19665	8	9.92627	33
28	9.72982	20	9.80363	28	0.19637	8	9.92619	32
29	9.73002	20	9.80391	28	0.19609	8	9.92611	31
30	9.73022	19	9.80419	28	0.19581	8	9.92603	30
31	9.73041	20	9.80447	27	0.19553	8	9.92595	29
32	9.73061	20	9.80474	28	0.19526	8	9.92587	28
33	9.73081	20	9.80502	28	0.19498	8	9.92579	27
34	9.73101	20	9.80530	28	0.19470	8	9.92571	26
35	9.73121	19	9.80558	28	0.19442	8	9.92563	25
36	9.73140	20	9.80586	28	0.19414	9	9.92555	24
37	9.73160	20	9.80614	28	0.19386	8	9.92546	23
38	9.73180	20	9.80642	27	0.19358	8	9.92538	22
39	9.73200	19	9.80669	28	0.19331	8	9.92530	21
40	9.73219	20	9.80697	28	0.19303	8	9.92522	20
41	9.73239	20	9.80725	28	0.19275	8	9.92514	19
42	9.73259	19	9.80753	28	0.19247	8	9.92506	18
43	9.73278	20	9.80781	27	0.19219	8	9.92498	17
44	9.73298	20	9.80808	28	0.19192	8	9.92490	16
45	9.73318	19	9.80836	28	0.19164	9	9.92482	15
46	9.73337	20	9.80864	28	0.19136	8	9.92473	14
47	9.73357	20	9.80892	27	0.19108	8	9.92465	13
48	9.73377	19	9.80919	28	0.19081	8	9.92457	12
49	9.73396	20	9.80947	28	0.19053	8	9.92449	11
50	9.73416	19	9.80975	28	0.19025	8	9.92441	10
51	9.73435	20	9.81003	27	0.18997	8	9.92433	9
52	9.73455	19	9.81030	28	0.18970	9	9.92425	8
53	9.73474	20	9.81058	28	0.18942	8	9.92416	7
54	9.73494	19	9.81086	27	0.18914	8	9.92408	6
55	9.73513	20	9.81113	28	0.18887	8	9.92400	5
56	9.73533	19	9.81141	28	0.18859	8	9.92392	4
57	9.73552	20	9.81169	27	0.18831	8	9.92384	3
58	9.73572	19	9.81196	28	0.18804	9	9.92376	2
59	9.73591	20	9.81224	28	0.18776	8	9.92367	1
60	9.73611		9.81252		0.18748		9.92359	0
′	Cos.	D.	Cotg.	D.	Tang.	D.	Sin.	′

Part. prop.

″	20	28
6	2.0	2.8
7	2.3	3.3
8	2.7	3.7
9	3.0	4.2
10	3.3	4.7
20	6.7	9.3
30	10.0	14.0
40	13.3	18.7
50	16.7	23.3

″	8	9
6	0.8	0.9
7	0.9	1.1
8	1.1	1.2
9	1.2	1.4
10	1.3	1.5
20	2.7	3.0
30	4.0	4.5
40	5.3	6.0
50	6.7	7.5

″	19	27
6	1.9	2.7
7	2.2	3.2
8	2.5	3.6
9	2.9	4.1
10	3.2	4.5
20	6.3	9.0
30	9.5	13.5
40	12.7	18.0
50	15.8	22.5

Part. prop.

57°

33°

'	Sin.	D.	Tang.	D.	Cotg.	D.	Cos.	'
0	9.73611	19	9.81252	27	0.18748	8	9.92359	60
1	9.73630	20	9.81279	28	0.18721	8	9.92351	59
2	9.73650	19	9.81307	28	0.18693	8	9.92343	58
3	9.73669	20	9.81335	27	0.18665	9	9.92335	57
4	9.73689	19	9.81362	28	0.18638	8	9.92326	56
5	9.73708	19	9.81390	28	0.18610	8	9.92318	55
6	9.73727	20	9.81418	27	0.18582	8	9.92310	54
7	9.73747	19	9.81445	28	0.18555	9	9.92302	53
8	9.73766	19	9.81473	27	0.18527	8	9.92293	52
9	9.73785	20	9.81500	28	0.18500	8	9.92285	51
10	9.73805	19	9.81528	28	0.18472	8	9.92277	50
11	9.73824	19	9.81556	27	0.18444	9	9.92269	49
12	9.73843	20	9.81583	28	0.18417	8	9.92260	48
13	9.73863	19	9.81611	27	0.18389	8	9.92252	47
14	9.73882	19	9.81638	28	0.18362	9	9.92244	46
15	9.73901	20	9.81666	27	0.18334	8	9.92235	45
16	9.73921	19	9.81693	28	0.18307	8	9.92227	44
17	9.73940	19	9.81721	27	0.18279	8	9.92219	43
18	9.73959	19	9.81748	28	0.18252	9	9.92211	42
19	9.73978	19	9.81776	27	0.18224	8	9.92202	41
20	9.73997	20	9.81803	28	0.18197	8	9.92194	40
21	9.74017	19	9.81831	27	0.18169	9	9.92186	39
22	9.74036	19	9.81858	28	0.18142	8	9.92177	38
23	9.74055	19	9.81886	27	0.18114	8	9.92169	37
24	9.74074	19	9.81913	28	0.18087	9	9.92161	36
25	9.74093	20	9.81941	27	0.18059	8	9.92152	35
26	9.74113	19	9.81968	28	0.18032	8	9.92144	34
27	9.74132	19	9.81996	27	0.18004	9	9.92136	33
28	9.74151	19	9.82023	28	0.17977	8	9.92127	32
29	9.74170	19	9.82051	27	0.17949	8	9.92119	31
30	9.74189	19	9.82078	28	0.17922	9	9.92111	30
31	9.74208	19	9.82106	27	0.17894	8	9.92102	29
32	9.74227	19	9.82133	28	0.17867	8	9.92094	28
33	9.74246	19	9.82161	27	0.17839	9	9.92086	27
34	9.74265	19	9.82188	27	0.17812	8	9.92077	26
35	9.74284	19	9.82215	28	0.17785	9	9.92069	25
36	9.74303	19	9.82243	27	0.17757	8	9.92060	24
37	9.74322	19	9.82270	28	0.17730	8	9.92052	23
38	9.74341	19	9.82298	27	0.17702	9	9.92044	22
39	9.74360	19	9.82325	27	0.17675	8	9.92035	21
40	9.74379	19	9.82352	28	0.17648	9	9.92027	20
41	9.74398	19	9.82380	27	0.17620	8	9.92018	19
42	9.74417	19	9.82407	28	0.17593	8	9.92010	18
43	9.74436	19	9.82435	27	0.17565	9	9.92002	17
44	9.74455	19	9.82462	27	0.17538	8	9.91993	16
45	9.74474	19	9.82489	28	0.17511	9	9.91985	15
46	9.74493	19	9.82517	27	0.17483	8	9.91976	14
47	9.74512	19	9.82544	27	0.17456	9	9.91968	13
48	9.74531	18	9.82571	28	0.17429	8	9.91959	12
49	9.74549	19	9.82599	27	0.17401	9	9.91951	11
50	9.74568	19	9.82626	27	0.17374	8	9.91942	10
51	9.74587	19	9.82653	28	0.17347	9	9.91934	9
52	9.74606	19	9.82681	27	0.17319	8	9.91925	8
53	9.74625	19	9.82708	27	0.17292	9	9.91917	7
54	9.74644	18	9.82735	27	0.17265	8	9.91908	6
55	9.74662	19	9.82762	28	0.17238	9	9.91900	5
56	9.74681	19	9.82790	27	0.17210	8	9.91891	4
57	9.74700	19	9.82817	27	0.17183	9	9.91883	3
58	9.74719	18	9.82844	27	0.17156	8	9.91874	2
59	9.74737	19	9.82871	28	0.17129	9	9.91866	1
60	9.74756		9.82899		0.17101		9.91857	0
'	Cos.	D.	Cotg.	D.	Tang.	D.	Sin.	'

Part. prop.

"	20	28
6	2.0	2.8
7	2.3	3.3
8	2.7	3.7
9	3.0	4.2
10	3.3	4.7
20	6.7	9.3
30	10.0	14.0
40	13.3	18.7
50	16.7	23.3

"	8	9
6	0.8	0.9
7	0.9	1.1
8	1.1	1.2
9	1.2	1.4
10	1.3	1.5
20	2.7	3.0
30	4.0	4.5
40	5.3	6.0
50	6.7	7.5

"	19	27
6	1.9	2.7
7	2.2	3.2
8	2.5	3.6
9	2.9	4.1
10	3.2	4.5
20	6.3	9.0
30	9.5	13.5
40	12.7	18.0
50	15.8	22.5

Part. prop.

34°

′	Sin.	D.	Tang.	D.	Cotg.	D.	Cos.	′
0	9.74756	19	9.82899	27	0.17101	8	9.91857	60
1	9.74775	19	9.82926	27	0.17074	9	9.91849	59
2	9.74794	18	9.82953	27	0.17047	8	9.91840	58
3	9.74812	19	9.82980	28	0.17020	9	9.91832	57
4	9.74831	19	9.83008	27	0.16992	8	9.91823	56
5	9.74850	18	9.83035	27	0.16965	9	9.91815	55
6	9.74868	19	9.83062	27	0.16938	8	9.91806	54
7	9.74887	19	9.83089	28	0.16911	9	9.91798	53
8	9.74906	18	9.83117	27	0.16883	8	9.91789	52
9	9.74924	19	9.83144	27	0.16856	9	9.91781	51
10	9.74943	18	9.83171	27	0.16829	9	9.91772	50
11	9.74961	19	9.83198	27	0.16802	8	9.91763	49
12	9.74980	19	9.83225	27	0.16775	9	9.91755	48
13	9.74999	18	9.83252	28	0.16748	8	9.91746	47
14	9.75017	19	9.83280	27	0.16720	9	9.91738	46
15	9.75036	18	9.83307	27	0.16693	9	9.91729	45
16	9.75054	19	9.83334	27	0.16666	8	9.91720	44
17	9.75073	18	9.83361	27	0.16639	9	9.91712	43
18	9.75091	19	9.83388	27	0.16612	8	9.91703	42
19	9.75110	18	9.83415	27	0.16585	9	9.91695	41
20	9.75128	19	9.83442	28	0.16558	9	9.91686	40
21	9.75147	18	9.83470	27	0.16530	8	9.91677	39
22	9.75165	19	9.83497	27	0.16503	9	9.91669	38
23	9.75184	18	9.83524	27	0.16476	9	9.91660	37
24	9.75202	19	9.83551	27	0.16449	8	9.91651	36
25	9.75221	18	9.83578	27	0.16422	9	9.91643	35
26	9.75239	19	9.83605	27	0.16395	9	9.91634	34
27	9.75258	18	9.83632	27	0.16368	8	9.91625	33
28	9.75276	18	9.83659	27	0.16341	9	9.91617	32
29	9.75294	19	9.83686	27	0.16314	9	9.91608	31
30	9.75313	18	9.83713	27	0.16287	8	9.91599	30
31	9.75331	19	9.83740	28	0.16260	9	9.91591	29
32	9.75350	18	9.83768	27	0.16232	9	9.91582	28
33	9.75368	18	9.83795	27	0.16205	8	9.91573	27
34	9.75386	19	9.83822	27	0.16178	9	9.91565	26
35	9.75405	18	9.83849	27	0.16151	9	9.91556	25
36	9.75423	18	9.83876	27	0.16124	9	9.91547	24
37	9.75441	18	9.83903	27	0.16097	8	9.91538	23
38	9.75459	19	9.83930	27	0.16070	9	9.91530	22
39	9.75478	18	9.83957	27	0.16043	9	9.91521	21
40	9.75496	18	9.83984	27	0.16016	8	9.91512	20
41	9.75514	19	9.84011	27	0.15989	9	9.91504	19
42	9.75533	18	9.84038	27	0.15962	9	9.91495	18
43	9.75551	18	9.84065	27	0.15935	9	9.91486	17
44	9.75569	18	9.84092	27	0.15908	8	9.91477	16
45	9.75587	18	9.84119	27	0.15881	9	9.91469	15
46	9.75605	19	9.84146	27	0.15854	9	9.91460	14
47	9.75624	18	9.84173	27	0.15827	9	9.91451	13
48	9.75642	18	9.84200	27	0.15800	9	9.91442	12
49	9.75660	18	9.84227	27	0.15773	8	9.91433	11
50	9.75678	18	9.84254	26	0.15746	9	9.91425	10
51	9.75696	18	9.84280	27	0.15720	9	9.91416	9
52	9.75714	19	9.84307	27	0.15693	9	9.91407	8
53	9.75733	18	9.84334	27	0.15666	9	9.91398	7
54	9.75751	18	9.84361	27	0.15639	8	9.91389	6
55	9.75769	18	9.84388	27	0.15612	9	9.91381	5
56	9.75787	18	9.84415	27	0.15585	9	9.91372	4
57	9.75805	18	9.84442	27	0.15558	9	9.91363	3
58	9.75823	18	9.84469	27	0.15531	9	9.91354	2
59	9.75841	18	9.84496	27	0.15504	9	9.91345	1
60	9.75859		9.84523		0.15477		9.91336	0
′	Cos.	D.	Cotg.	D.	Tang.	D.	Sin.	′

Part. prop.

″	19	27
6	1.9	2.7
7	2.2	3.2
8	2.5	3.6
9	2.9	4.1
10	3.2	4.5
20	6.3	9.0
30	9.5	13.5
40	12.7	18.0
50	15.8	22.5

″	8	9
6	0.8	0.9
7	0.9	1.1
8	1.1	1.2
9	1.2	1.4
10	1.3	1.5
20	2.7	3.0
30	4.0	4.5
40	5.3	6.0
50	6.7	7.5

″	18	26
6	1.8	2.6
7	2.1	3.0
8	2.4	3.5
9	2.7	3.9
10	3.0	4.3
20	6.0	8.7
30	9.0	13.0
40	12.0	17.3
50	15.0	21.7

Part. prop.

55°

35°

′	Sin.	D.	Tang.	D.	Cotg.	D.	Cos.	′
0	9.75859	18	9.84523	27	0.15477	8	9.91336	60
1	9.75877	18	9.84550	26	0.15450	9	9.91328	59
2	9.75895	18	9.84576	27	0.15424	9	9.91319	58
3	9.75913	18	9.84603	27	0.15397	9	9.91310	57
4	9.75931	18	9.84630	27	0.15370	9	9.91301	56
5	9.75949	18	9.84657	27	0.15343	9	9.91292	55
6	9.75967	18	9.84684	27	0.15316	9	9.91283	54
7	9.75985	18	9.84711	27	0.15289	8	9.91274	53
8	9.76003	18	9.84738	26	0.15262	9	9.91266	52
9	9.76021	18	9.84764	27	0.15236	9	9.91257	51
10	9.76039	18	9.84791	27	0.15209	9	9.91248	50
11	9.76057	18	9.84818	27	0.15182	9	9.91239	49
12	9.76075	18	9.84845	27	0.15155	9	9.91230	48
13	9.76093	18	9.84872	27	0.15128	9	9.91221	47
14	9.76111	18	9.84899	26	0.15101	9	9.91212	46
15	9.76129	17	9.84925	27	0.15075	9	9.91203	45
16	9.76146	18	9.84952	27	0.15048	9	9.91194	44
17	9.76164	18	9.84979	27	0.15021	9	9.91185	43
18	9.76182	18	9.85006	27	0.14994	9	9.91176	42
19	9.76200	18	9.85033	26	0.14967	9	9.91167	41
20	9.76218	18	9.85059	27	0.14941	9	9.91158	40
21	9.76236	17	9.85086	27	0.14914	8	9.91149	39
22	9.76253	18	9.85113	27	0.14887	9	9.91141	38
23	9.76271	18	9.85140	26	0.14860	9	9.91132	37
24	9.76289	18	9.85166	27	0.14834	9	9.91123	36
25	9.76307	17	9.85193	27	0.14807	9	9.91114	35
26	9.76324	18	9.85220	27	0.14780	9	9.91105	34
27	9.76342	18	9.85247	26	0.14753	9	9.91096	33
28	9.76360	18	9.85273	27	0.14727	9	9.91087	32
29	9.76378	17	9.85300	27	0.14700	9	9.91078	31
30	9.76395	18	9.85327	27	0.14673	9	9.91069	30
31	9.76413	18	9.85354	26	0.14646	9	9.91060	29
32	9.76431	17	9.85380	27	0.14620	9	9.91051	28
33	9.76448	18	9.85407	27	0.14593	9	9.91042	27
34	9.76466	18	9.85434	26	0.14566	10	9.91033	26
35	9.76484	17	9.85460	27	0.14540	9	9.91023	25
36	9.76501	18	9.85487	27	0.14513	9	9.91014	24
37	9.76519	18	9.85514	26	0.14486	9	9.91005	23
38	9.76537	17	9.85540	27	0.14460	9	9.90996	22
39	9.76554	18	9.85567	27	0.14433	9	9.90987	21
40	9.76572	18	9.85594	26	0.14406	9	9.90978	20
41	9.76590	17	9.85620	27	0.14380	9	9.90969	19
42	9.76607	18	9.85647	27	0.14353	9	9.90960	18
43	9.76625	17	9.85674	26	0.14326	9	9.90951	17
44	9.76642	18	9.85700	27	0.14300	9	9.90942	16
45	9.76660	17	9.85727	27	0.14273	9	9.90933	15
46	9.76677	18	9.85754	26	0.14246	9	9.90924	14
47	9.76695	17	9.85780	27	0.14220	9	9.90915	13
48	9.76712	18	9.85807	27	0.14193	10	9.90906	12
49	9.76730	17	9.85834	26	0.14166	9	9.90896	11
50	9.76747	18	9.85860	27	0.14140	9	9.90887	10
51	9.76765	17	9.85887	26	0.14113	9	9.90878	9
52	9.76782	18	9.85913	27	0.14087	9	9.90869	8
53	9.76800	17	9.85940	27	0.14060	9	9.90860	7
54	9.76817	18	9.85967	26	0.14033	9	9.90851	6
55	9.76835	17	9.85993	27	0.14007	10	9.90842	5
56	9.76852	18	9.86020	26	0.13980	9	9.90832	4
57	9.76870	17	9.86046	27	0.13954	9	9.90823	3
58	9.76887	17	9.86073	27	0.13927	9	9.90814	2
59	9.76904	18	9.86100	26	0.13900	9	9.90805	1
60	9.76922		9.86126		0.13874		9.90796	0
′	Cos.	D.	Cotg.	D.	Tang.	D.	Sin.	′

Part. prop.

″	18	27
6	1.8	2.7
7	2.1	3.2
8	2.4	3.6
9	2.7	4.1
10	3.0	4.5
20	6.0	9.0
30	9.0	13.5
40	12.0	18.0
50	15.0	22.5

″	8	9
6	0.8	0.9
7	0.9	1.1
8	1.1	1.2
9	1.2	1.4
10	1.3	1.5
20	2.7	3.0
30	4.0	4.5
40	5.3	6.0
50	6.7	7.5

″	17	26
6	1.7	2.6
7	2.0	3.0
8	2.3	3.5
9	2.6	3.9
10	2.8	4.3
20	5.7	8.7
30	8.5	13.0
40	11.3	17.3
50	14.2	21.7

Part. prop.

54°

36°

′	Sin.	D.	Tang.	D.	Cotg.	D.	Cos.	′
0	9.76922	17	9.86126	27	0.13874	9	9.90796	60
1	9.76939	18	9.86153	26	0.13847	10	9.90787	59
2	9.76957	17	9.86179	27	0.13821	9	9.90777	58
3	9.76974	17	9.86206	26	0.13794	9	9.90768	57
4	9.76991	18	9.86232	27	0.13768	9	9.90759	56
5	9.77009	17	9.86259	26	0.13741	9	9.90750	55
6	9.77026	17	9.86285	27	0.13715	10	9.90741	54
7	9.77043	18	9.86312	26	0.13688	9	9.90731	53
8	9.77061	17	9.86338	27	0.13662	9	9.90722	52
9	9.77078	17	9.86365	27	0.13635	9	9.90713	51
10	9.77095	17	9.86392	26	0.13608	10	9.90704	50
11	9.77112	18	9.86418	27	0.13582	9	9.90694	49
12	9.77130	17	9.86445	26	0.13555	9	9.90685	48
13	9.77147	17	9.86471	27	0.13529	9	9.90676	47
14	9.77164	17	9.86498	26	0.13502	10	9.90667	46
15	9.77181	18	9.86524	27	0.13476	9	9.90657	45
16	9.77199	17	9.86551	26	0.13449	9	9.90648	44
17	9.77216	17	9.86577	26	0.13423	9	9.90639	43
18	9.77233	17	9.86603	27	0.13397	10	9.90630	42
19	9.77250	18	9.86630	26	0.13370	9	9.90620	41
20	9.77268	17	9.86656	27	0.13344	9	9.90611	40
21	9.77285	17	9.86683	26	0.13317	10	9.90602	39
22	9.77302	17	9.86709	27	0.13291	9	9.90592	38
23	9.77319	17	9.86736	26	0.13264	9	9.90583	37
24	9.77336	17	9.86762	27	0.13238	9	9.90574	36
25	9.77353	17	9.86789	26	0.13211	10	9.90565	35
26	9.77370	17	9.86815	27	0.13185	9	9.90555	34
27	9.77387	18	9.86842	26	0.13158	9	9.90546	33
28	9.77405	17	9.86868	26	0.13132	10	9.90537	32
29	9.77422	17	9.86894	27	0.13106	9	9.90527	31
30	9.77439	17	9.86921	26	0.13079	9	9.90518	30
31	9.77456	17	9.86947	27	0.13053	10	9.90509	29
32	9.77473	17	9.86974	26	0.13026	9	9.90499	28
33	9.77490	17	9.87000	27	0.13000	10	9.90490	27
34	9.77507	17	9.87027	26	0.12973	9	9.90480	26
35	9.77524	17	9.87053	26	0.12947	9	9.90471	25
36	9.77541	17	9.87079	27	0.12921	10	9.90462	24
37	9.77558	17	9.87106	26	0.12894	9	9.90452	23
38	9.77575	17	9.87132	26	0.12868	9	9.90443	22
39	9.77592	17	9.87158	27	0.12842	10	9.90434	21
40	9.77609	17	9.87185	26	0.12815	9	9.90424	20
41	9.77626	17	9.87211	27	0.12789	10	9.90415	19
42	9.77643	17	9.87238	26	0.12762	9	9.90405	18
43	9.77660	17	9.87264	26	0.12736	10	9.90396	17
44	9.77677	17	9.87290	27	0.12710	9	9.90386	16
45	9.77694	17	9.87317	26	0.12683	9	9.90377	15
46	9.77711	17	9.87343	26	0.12657	10	9.90368	14
47	9.77728	16	9.87369	27	0.12631	9	9.90358	13
48	9.77744	17	9.87396	26	0.12604	10	9.90349	12
49	9.77761	17	9.87422	26	0.12578	9	9.90339	11
50	9.77778	17	9.87448	27	0.12552	10	9.90330	10
51	9.77795	17	9.87475	26	0.12525	9	9.90320	9
52	9.77812	17	9.87501	26	0.12499	10	9.90311	8
53	9.77829	17	9.87527	27	0.12473	9	9.90301	7
54	9.77846	16	9.87554	26	0.12446	10	9.90292	6
55	9.77862	17	9.87580	26	0.12420	9	9.90282	5
56	9.77879	17	9.87606	27	0.12394	10	9.90273	4
57	9.77896	17	9.87633	26	0.12367	9	9.90263	3
58	9.77913	17	9.87659	26	0.12341	10	9.90254	2
59	9.77930	16	9.87685	26	0.12315	9	9.90244	1
60	9.77946		9.87711		0.12289		9.90235	0
′	Cos.	D.	Cotg.	D.	Tang.	D.	Sin.	′

Part. prop.

″	17	27
6	1.7	2.7
7	2.0	3.2
8	2.3	3.6
9	2.6	4.1
10	2.8	4.5
20	5.7	9.0
30	8.5	13.5
40	11.3	18.0
50	14.2	22.5

″	9	10
6	0.9	1.0
7	1.1	1.2
8	1.2	1.3
9	1.4	1.5
10	1.5	1.7
20	3.0	3.3
30	4.5	5.0
40	6.0	6.7
50	7.5	8.3

″	16	26
6	1.6	2.6
7	1.9	3.0
8	2.1	3.5
9	2.4	3.9
10	2.7	4.3
20	5.3	8.7
30	8.0	13.0
40	10.7	17.3
50	13.3	21.7

Part. prop.

53°

37°

′	Sin.	D.	Tang.	D.	Cotg.	D.	Cos.	′
0	9.77946	17	9.87711	27	0.12289	10	9.90235	60
1	9.77963	17	9.87738	26	0.12262	9	9.90225	59
2	9.77980	17	9.87764	26	0.12236	10	9.90216	58
3	9.77997	16	9.87790	27	0.12210	9	9.90206	57
4	9.78013	17	9.87817	26	0.12183	10	9.90197	56
5	9.78030	17	9.87843	26	0.12157	9	9.90187	55
6	9.78047	16	9.87869	26	0.12131	10	9.90178	54
7	9.78063	17	9.87895	27	0.12105	9	9.90168	53
8	9.78080	17	9.87922	26	0.12078	10	9.90159	52
9	9.78097	16	9.87948	26	0.12052	10	9.90149	51
10	9.78113	17	9.87974	26	0.12026	9	9.90139	50
11	9.78130	17	9.88000	27	0.12000	10	9.90130	49
12	9.78147	16	9.88027	26	0.11973	9	9.90120	48
13	9.78163	17	9.88053	26	0.11947	10	9.90111	47
14	9.78180	17	9.88079	26	0.11921	10	9.90101	46
15	9.78197	16	9.88105	26	0.11895	9	9.90091	45
16	9.78213	17	9.88131	27	0.11869	10	9.90082	44
17	9.78230	16	9.88158	26	0.11842	9	9.90072	43
18	9.78246	17	9.88184	26	0.11816	10	9.90063	42
19	9.78263	17	9.88210	26	0.11790	10	9.90053	41
20	9.78280	16	9.88236	26	0.11764	9	9.90043	40
21	9.78296	17	9.88262	27	0.11738	10	9.90034	39
22	9.78313	16	9.88289	26	0.11711	10	9.90024	38
23	9.78329	17	9.88315	26	0.11685	9	9.90014	37
24	9.78346	16	9.88341	26	0.11659	10	9.90005	36
25	9.78362	17	9.88367	26	0.11633	10	9.89995	35
26	9.78379	16	9.88393	27	0.11607	9	9.89985	34
27	9.78395	17	9.88420	26	0.11580	10	9.89976	33
28	9.78412	16	9.88446	26	0.11554	10	9.89966	32
29	9.78428	17	9.88472	26	0.11528	9	9.89956	31
30	9.78445	16	9.88498	26	0.11502	10	9.89947	30
31	9.78461	17	9.88524	26	0.11476	10	9.89937	29
32	9.78478	16	9.88550	27	0.11450	9	9.89927	28
33	9.78494	16	9.88577	26	0.11423	10	9.89918	27
34	9.78510	17	9.88603	26	0.11397	10	9.89908	26
35	9.78527	16	9.88629	26	0.11371	10	9.89898	25
36	9.78543	17	9.88655	26	0.11345	9	9.89888	24
37	9.78560	16	9.88681	26	0.11319	10	9.89879	23
38	9.78576	16	9.88707	26	0.11293	10	9.89869	22
39	9.78592	17	9.88733	26	0.11267	10	9.89859	21
40	9.78609	16	9.88759	27	0.11241	9	9.89849	20
41	9.78625	17	9.88786	26	0.11214	10	9.89840	19
42	9.78642	16	9.88812	26	0.11188	10	9.89830	18
43	9.78658	16	9.88838	26	0.11162	10	9.89820	17
44	9.78674	17	9.88864	26	0.11136	9	9.89810	16
45	9.78691	16	9.88890	26	0.11110	10	9.89801	15
46	9.78707	16	9.88916	26	0.11084	10	9.89791	14
47	9.78723	16	9.88942	26	0.11058	10	9.89781	13
48	9.78739	17	9.88968	26	0.11032	10	9.89771	12
49	9.78756	16	9.88994	26	0.11006	9	9.89761	11
50	9.78772	16	9.89020	26	0.10980	10	9.89752	10
51	9.78788	17	9.89046	27	0.10954	10	9.89742	9
52	9.78805	16	9.89073	26	0.10927	10	9.89732	8
53	9.78821	16	9.89099	26	0.10901	10	9.89722	7
54	9.78837	16	9.89125	26	0.10875	10	9.89712	6
55	9.78853	16	9.89151	26	0.10849	9	9.89702	5
56	9.78869	17	9.89177	26	0.10823	10	9.89693	4
57	9.78886	16	9.89203	26	0.10797	10	9.89683	3
58	9.78902	16	9.89229	26	0.10771	10	9.89673	2
59	9.78918	16	9.89255	26	0.10745	10	9.89663	1
60	9.78934		9.89281		0.10719		9.89653	0
′	Cos.	D.	Cotg.	D.	Tang.	D.	Sin.	′

Part. prop.

″	17	27
6	1.7	2.7
7	2.0	3.2
8	2.3	3.6
9	2.6	4.1
10	2.8	4.5
20	5.7	9.0
30	8.5	13.5
40	11.3	18.0
50	14.2	22.5

″	9	10
6	0.9	1.0
7	1.1	1.2
8	1.2	1.3
9	1.4	1.5
10	1.5	1.7
20	3.0	3.3
30	4.5	5.0
40	6.0	6.7
50	7.5	8.3

″	16	26
6	1.6	2.6
7	1.9	3.0
8	2.1	3.5
9	2.4	3.9
10	2.7	4.3
20	5.3	8.7
30	8.0	13.0
40	10.7	17.3
50	13.3	21.7

Part. prop.

38°

′	Sin.	D.	Tang.	D.	Cotg.	D.	Cos.	′
0	9.78934	16	9.89281	26	0.10719	10	9.89653	60
1	9.78950	17	9.89307	26	0.10693	10	9.89643	59
2	9.78967	16	9.89333	26	0.10667	9	9.89633	58
3	9.78983	16	9.89359	26	0.10641	10	9.89624	57
4	9.78999	16	9.89385	26	0.10615	10	9.89614	56
5	9.79015	16	9.89411	26	0.10589	10	9.89604	55
6	9.79031	16	9.89437	26	0.10563	10	9.89594	54
7	9.79047	16	9.89463	26	0.10537	10	9.89584	53
8	9.79063	16	9.89489	26	0.10511	10	9.89574	52
9	9.79079	16	9.89515	26	0.10485	10	9.89564	51
10	9.79095	16	9.89541	26	0.10459	10	9.89554	50
11	9.79111	17	9.89567	26	0.10433	10	9.89544	49
12	9.79128	16	9.89593	26	0.10407	10	9.89534	48
13	9.79144	16	9.89619	26	0.10381	10	9.89524	47
14	9.79160	16	9.89645	26	0.10355	10	9.89514	46
15	9.79176	16	9.89671	26	0.10329	9	9.89504	45
16	9.79192	16	9.89697	26	0.10303	10	9.89495	44
17	9.79208	16	9.89723	26	0.10277	10	9.89485	43
18	9.79224	16	9.89749	26	0.10251	10	9.89475	42
19	9.79240	16	9.89775	26	0.10225	10	9.89465	41
20	9.79256	16	9.89801	26	0.10199	10	9.89455	40
21	9.79272	16	9.89827	26	0.10173	10	9.89445	39
22	9.79288	16	9.89853	26	0.10147	10	9.89435	38
23	9.79304	15	9.89879	26	0.10121	10	9.89425	37
24	9.79319	16	9.89905	26	0.10095	10	9.89415	36
25	9.79335	16	9.89931	26	0.10069	10	9.89405	35
26	9.79351	16	9.89957	26	0.10043	10	9.89395	34
27	9.79367	16	9.89983	26	0.10017	10	9.89385	33
28	9.79383	16	9.90009	26	0.09991	11	9.89375	32
29	9.79399	16	9.90035	26	0.09965	10	9.89364	31
30	9.79415	16	9.90061	25	0.09939	10	9.89354	30
31	9.79431	16	9.90086	26	0.09914	10	9.89344	29
32	9.79447	16	9.90112	26	0.09888	10	9.89334	28
33	9.79463	15	9.90138	26	0.09862	10	9.89324	27
34	9.79478	16	9.90164	26	0.09836	10	9.89314	26
35	9.79494	16	9.90190	26	0.09810	10	9.89304	25
36	9.79510	16	9.90216	26	0.09784	10	9.89294	24
37	9.79526	16	9.90242	26	0.09758	10	9.89284	23
38	9.79542	16	9.90268	26	0.09732	10	9.89274	22
39	9.79558	15	9.90294	26	0.09706	10	9.89264	21
40	9.79573	16	9.90320	26	0.09680	10	9.89254	20
41	9.79589	16	9.90346	25	0.09654	11	9.89244	19
42	9.79605	16	9.90371	26	0.09629	10	9.89233	18
43	9.79621	15	9.90397	26	0.09603	10	9.89223	17
44	9.79636	16	9.90423	26	0.09577	10	9.89213	16
45	9.79652	16	9.90449	26	0.09551	10	9.89203	15
46	9.79668	16	9.90475	26	0.09525	10	9.89193	14
47	9.79684	15	9.90501	26	0.09499	10	9.89183	13
48	9.79699	16	9.90527	26	0.09473	11	9.89173	12
49	9.79715	16	9.90553	25	0.09447	10	9.89162	11
50	9.79731	15	9.90578	26	0.09422	10	9.89152	10
51	9.79746	16	9.90604	26	0.09396	10	9.89142	9
52	9.79762	16	9.90630	26	0.09370	10	9.89132	8
53	9.79778	15	9.90656	26	0.09344	10	9.89122	7
54	9.79793	16	9.90682	26	0.09318	11	9.89112	6
55	9.79809	16	9.90708	26	0.09292	10	9.89101	5
56	9.79825	15	9.90734	25	0.09266	10	9.89091	4
57	9.79840	16	9.90759	26	0.09241	10	9.89081	3
58	9.79856	16	9.90785	26	0.09215	11	9.89071	2
59	9.79872	15	9.90811	26	0.09189	10	9.89060	1
60	9.79887		9.90837		0.09163		9.89050	0
′	Cos.	D.	Cotg.	D.	Tang.	D.	Sin.	′

Part. prop.

″	16	26
6	1.6	2.6
7	1.9	3.0
8	2.1	3.5
9	2.4	3.9
10	2.7	4.3
20	5.3	8.7
30	8.0	13.0
40	10.7	17.3
50	13.3	21.7

″	10	11
6	1.0	1.1
7	1.2	1.3
8	1.3	1.5
9	1.5	1.7
10	1.7	1.8
20	3.3	3.7
30	5.0	5.5
40	6.7	7.3
50	8.3	9.2

″	15	25
6	1.5	2.5
7	1.8	2.9
8	2.0	3.3
9	2.3	3.8
10	2.5	4.2
20	5.0	8.3
30	7.5	12.5
40	10.0	16.7
50	12.5	20.8

Part. prop.

51°

39°

′	Sin.	D.	Tang.	D.	Cotg.	D.	Cos.	
0	9.79887	16	9.90837	26	0.09163	10	9.89050	60
1	9.79903	15	9.90863	26	0.09137	10	9.89040	59
2	9.79918	16	9.90889	25	0.09111	10	9.89030	58
3	9.79934	16	9.90914	26	0.09086	11	9.89020	57
4	9.79950	15	9.90940	26	0.09060	10	9.89009	56
5	9.79965	16	9.90966	26	0.09034	10	9.88999	55
6	9.79981	15	9.90992	26	0.09008	11	9.88989	54
7	9.79996	16	9.91018	25	0.08982	10	9.88978	53
8	9.80012	15	9.91043	26	0.08957	10	9.88968	52
9	9.80027	16	9.91069	26	0.08931	10	9.88958	51
10	9.80043	15	9.91095	26	0.08905	11	9.88948	50
11	9.80058	16	9.91121	26	0.08879	10	9.88937	49
12	9.80074	15	9.91147	25	0.08853	10	9.88927	48
13	9.80089	16	9.91172	26	0.08828	11	9.88917	47
14	9.80105	15	9.91198	26	0.08802	10	9.88906	46
15	9.80120	16	9.91224	26	0.08776	10	9.88896	45
16	9.80136	15	9.91250	26	0.08750	11	9.88886	44
17	9.80151	15	9.91276	25	0.08724	10	9.88875	43
18	9.80166	16	9.91301	26	0.08699	10	9.88865	42
19	9.80182	15	9.91327	26	0.08673	11	9.88855	41
20	9.80197	16	9.91353	26	0.08647	10	9.88844	40
21	9.80213	15	9.91379	25	0.08621	10	9.88834	39
22	9.80228	16	9.91404	26	0.08596	11	9.88824	38
23	9.80244	15	9.91430	26	0.08570	10	9.88813	37
24	9.80259	15	9.91456	26	0.08544	10	9.88803	36
25	9.80274	16	9.91482	25	0.08518	11	9.88793	35
26	9.80290	15	9.91507	26	0.08493	10	9.88782	34
27	9.80305	15	9.91533	26	0.08467	11	9.88772	33
28	9.80320	16	9.91559	26	0.08441	10	9.88761	32
29	9.80336	15	9.91585	25	0.08415	10	9.88751	31
30	9.80351	15	9.91610	26	0.08390	11	9.88741	30
31	9.80366	16	9.91636	26	0.08364	10	9.88730	29
32	9.80382	15	9.91662	26	0.08338	11	9.88720	28
33	9.80397	15	9.91688	25	0.08312	10	9.88709	27
34	9.80412	16	9.91713	26	0.08287	11	9.88699	26
35	9.80428	15	9.91739	26	0.08261	10	9.88688	25
36	9.80443	15	9.91765	26	0.08235	10	9.88678	24
37	9.80458	15	9.91791	25	0.08209	11	9.88668	23
38	9.80473	16	9.91816	26	0.08184	10	9.88657	22
39	9.80489	15	9.91842	26	0.08158	11	9.88647	21
40	9.80504	15	9.91868	25	0.08132	10	9.88636	20
41	9.80519	15	9.91893	26	0.08107	11	9.88626	19
42	9.80534	16	9.91919	26	0.08081	10	9.88615	18
43	9.80550	15	9.91945	26	0.08055	11	9.88605	17
44	9.80565	15	9.91971	25	0.08029	10	9.88594	16
45	9.80580	15	9.91996	26	0.08004	11	9.88584	15
46	9.80595	15	9.92022	26	0.07978	10	9.88573	14
47	9.80610	15	9.92048	25	0.07952	11	9.88563	13
48	9.80625	16	9.92073	26	0.07927	10	9.88552	12
49	9.80641	15	9.92099	26	0.07901	11	9.88542	11
50	9.80656	15	9.92125	25	0.07875	10	9.88531	10
51	9.80671	15	9.92150	26	0.07850	11	9.88521	9
52	9.80686	15	9.92176	26	0.07824	11	9.88510	8
53	9.80701	15	9.92202	25	0.07798	10	9.88499	7
54	9.80716	15	9.92227	26	0.07773	11	9.88489	6
55	9.80731	15	9.92253	26	0.07747	10	9.88478	5
56	9.80746	16	9.92279	25	0.07721	11	9.88468	4
57	9.80762	15	9.92304	26	0.07696	10	9.88457	3
58	9.80777	15	9.92330	26	0.07670	11	9.88447	2
59	9.80792	15	9.92356	25	0.07644	11	9.88436	1
60	9.80807		9.92381		0.07619		9.88425	0
′	Cos.	D.	Cotg.	D.	Tang.	D.	Sin.	′

Part. prop.

″	16	26
6	1.6	2.6
7	1.9	3.0
8	2.1	3.5
9	2.4	3.9
10	2.7	4.3
20	5.3	8.7
30	8.0	13.0
40	10.7	17.3
50	13.3	21.7

″	10	11
6	1.0	1.1
7	1.2	1.3
8	1.3	1.5
9	1.5	1.7
10	1.7	1.8
20	3.3	3.7
30	5.0	5.5
40	6.7	7.3
50	8.3	9.2

″	15	25
6	1.5	2.5
7	1.8	2.9
8	2.0	3.3
9	2.3	3.8
10	2.5	4.2
20	5.0	8.3
30	7.5	12.5
40	10.0	16.7
50	12.5	20.8

Part. prop.

50°

40°

′	Sin.	D.	Tang.	D.	Cotg.	D.	Cos.	′	Part. prop.		
0	9.80807	15	9.92381	26	0.07619	10	9.88425	60	″	15	26
1	9.80822	15	9.92407	26	0.07593	11	9.88415	59	6	1.5	2.6
2	9.80837	15	9.92433	25	0.07567	10	9.88404	58	7	1.8	3.0
3	9.80852	15	9.92458	26	0.07542	11	9.88394	57	8	2.0	3.5
4	9.80867	15	9.92484	26	0.07516	11	9.88383	56	9	2.3	3.9
5	9.80882	15	9.92510	25	0.07490	10	9.88372	55	10	2.5	4.3
6	9.80897	15	9.92535	26	0.07465	11	9.88362	54	20	5.0	8.7
7	9.80912	15	9.92561	26	0.07439	11	9.88351	53	30	7.5	13.0
8	9.80927	15	9.92587	25	0.07413	10	9.88340	52	40	10.0	17.3
9	9.80942	15	9.92612	26	0.07388	11	9.88330	51	50	12.5	21.7
10	9.80957	15	9.92638	25	0.07362	11	9.88319	50			
11	9.80972	15	9.92663	26	0.07337	10	9.88308	49			
12	9.80987	15	9.92689	26	0.07311	11	9.88298	48			
13	9.81002	15	9.92715	25	0.07285	11	9.88287	47			
14	9.81017	15	9.92740	26	0.07260	10	9.88276	46			
15	9.81032	15	9.92766	26	0.07234	11	9.88266	45			
16	9.81047	14	9.92792	25	0.07208	11	9.88255	44			
17	9.81061	15	9.92817	26	0.07183	10	9.88244	43			
18	9.81076	15	9.92843	25	0.07157	11	9.88234	42			
19	9.81091	15	9.92868	26	0.07132	11	9.88223	41			
20	9.81106	15	9.92894	26	0.07106	11	9.88212	40	″	10	11
21	9.81121	15	9.92920	25	0.07080	10	9.88201	39	6	1.0	1.1
22	9.81136	15	9.92945	26	0.07055	11	9.88191	38	7	1.2	1.3
23	9.81151	15	9.92971	25	0.07029	11	9.88180	37	8	1.3	1.5
24	9.81166	14	9.92996	26	0.07004	11	9.88169	36	9	1.5	1.7
25	9.81180	15	9.93022	26	0.06978	10	9.88158	35	10	1.7	1.8
26	9.81195	15	9.93048	25	0.06952	11	9.88148	34	20	3.3	3.7
27	9.81210	15	9.93073	26	0.06927	11	9.88137	33	30	5.0	5.5
28	9.81225	15	9.93099	25	0.06901	11	9.88126	32	40	6.7	7.3
29	9.81240	14	9.93124	26	0.06876	10	9.88115	31	50	8.3	9.2
30	9.81254	15	9.93150	25	0.06850	11	9.88105	30			
31	9.81269	15	9.93175	26	0.06825	11	9.88094	29			
32	9.81284	15	9.93201	26	0.06799	11	9.88083	28			
33	9.81299	15	9.93227	25	0.06773	11	9.88072	27			
34	9.81314	14	9.93252	26	0.06748	10	9.88061	26			
35	9.81328	15	9.93278	25	0.06722	11	9.88051	25			
36	9.81343	15	9.93303	26	0.06697	11	9.88040	24			
37	9.81358	14	9.93329	25	0.06671	11	9.88029	23			
38	9.81372	15	9.93354	26	0.06646	11	9.88018	22			
39	9.81387	15	9.93380	26	0.06620	11	9.88007	21			
40	9.81402	15	9.93406	25	0.06594	11	9.87996	20	″	14	25
41	9.81417	14	9.93431	26	0.06569	10	9.87985	19	6	1.4	2.5
42	9.81431	15	9.93457	25	0.06543	11	9.87975	18	7	1.6	2.9
43	9.81446	15	9.93482	26	0.06518	11	9.87964	17	8	1.9	3.3
44	9.81461	14	9.93508	25	0.06492	11	9.87953	16	9	2.1	3.8
45	9.81475	15	9.93533	26	0.06467	11	9.87942	15	10	2.3	4.2
46	9.81490	15	9.93559	25	0.06441	11	9.87931	14	20	4.7	8.3
47	9.81505	14	9.93584	26	0.06416	11	9.87920	13	30	7.0	12.5
48	9.81519	15	9.93610	26	0.06390	11	9.87909	12	40	9.3	16.7
49	9.81534	15	9.93636	25	0.06364	11	9.87898	11	50	11.7	20.8
50	9.81549	14	9.93661	26	0.06339	10	9.87887	10			
51	9.81563	15	9.93687	25	0.06313	11	9.87877	9			
52	9.81578	14	9.93712	26	0.06288	11	9.87866	8			
53	9.81592	15	9.93738	25	0.06262	11	9.87855	7			
54	9.81607	15	9.93763	26	0.06237	11	9.87844	6			
55	9.81622	14	9.93789	25	0.06211	11	9.87833	5			
56	9.81636	15	9.93814	26	0.06186	11	9.87822	4			
57	9.81651	14	9.93840	25	0.06160	11	9.87811	3			
58	9.81665	15	9.93865	26	0.06135	11	9.87800	2			
59	9.81680	14	9.93891	25	0.06109	11	9.87789	1			
60	9.81694		9.93916		0.06084		9.87778	0			
′	Cos.	D.	Cotg.	D.	Tang.	D.	Sin.	′	Part. prop.		

49°

41°

′	Sin.	D.	Tang.	D.	Cotg.	D.	Cos.	′
0	9.81694	15	9.93916	26	0.06084	11	9.87778	60
1	9.81709	14	9.93942	25	0.06058	11	9.87767	59
2	9.81723	15	9.93967	26	0.06033	11	9.87756	58
3	9.81738	14	9.93993	25	0.06007	11	9.87745	57
4	9.81752	15	9.94018	26	0.05982	11	9.87734	56
5	9.81767	14	9.94044	25	0.05956	11	9.87723	55
6	9.81781	15	9.94069	26	0.05931	11	9.87712	54
7	9.81796	14	9.94095	25	0.05905	11	9.87701	53
8	9.81810	15	9.94120	26	0.05880	11	9.87690	52
9	9.81825	14	9.94146	25	0.05854	11	9.87679	51
10	9.81839	15	9.94171	26	0.05829	11	9.87668	50
11	9.81854	14	9.94197	25	0.05803	11	9.87657	49
12	9.81868	14	9.94222	26	0.05778	11	9.87646	48
13	9.81882	15	9.94248	25	0.05752	11	9.87635	47
14	9.81897	14	9.94273	26	0.05727	11	9.87624	46
15	9.81911	15	9.94299	25	0.05701	12	9.87613	45
16	9.81926	14	9.94324	26	0.05676	11	9.87601	44
17	9.81940	15	9.94350	25	0.05650	11	9.87590	43
18	9.81955	14	9.94375	26	0.05625	11	9.87579	42
19	9.81969	14	9.94401	25	0.05599	11	9.87568	41
20	9.81983	15	9.94426	26	0.05574	11	9.87557	40
21	9.81998	14	9.94452	25	0.05548	11	9.87546	39
22	9.82012	14	9.94477	26	0.05523	11	9.87535	38
23	9.82026	15	9.94503	25	0.05497	11	9.87524	37
24	9.82041	14	9.94528	26	0.05472	12	9.87513	36
25	9.82055	14	9.94554	25	0.05446	11	9.87501	35
26	9.82069	15	9.94579	25	0.05421	11	9.87490	34
27	9.82084	14	9.94604	26	0.05396	11	9.87479	33
28	9.82098	14	9.94630	25	0.05370	11	9.87468	32
29	9.82112	14	9.94655	26	0.05345	11	9.87457	31
30	9.82126	15	9.94681	25	0.05319	12	9.87446	30
31	9.82141	14	9.94706	26	0.05294	11	9.87434	29
32	9.82155	14	9.94732	25	0.05268	11	9.87423	28
33	9.82169	15	9.94757	26	0.05243	11	9.87412	27
34	9.82184	14	9.94783	25	0.05217	11	9.87401	26
35	9.82198	14	9.94808	26	0.05192	12	9.87390	25
36	9.82212	14	9.94834	25	0.05166	11	9.87378	24
37	9.82226	14	9.94859	25	0.05141	11	9.87367	23
38	9.82240	15	9.94884	26	0.05116	11	9.87356	22
39	9.82255	14	9.94910	25	0.05090	11	9.87345	21
40	9.82269	14	9.94935	26	0.05065	12	9.87334	20
41	9.82283	14	9.94961	25	0.05039	11	9.87322	19
42	9.82297	14	9.94986	26	0.05014	11	9.87311	18
43	9.82311	15	9.95012	25	0.04988	12	9.87300	17
44	9.82326	14	9.95037	25	0.04963	11	9.87388	16
45	9.82340	14	9.95062	26	0.04938	11	9.87277	15
46	9.82354	14	9.95088	25	0.04912	11	9.87266	14
47	9.82368	14	9.95113	26	0.04887	12	9.87255	13
48	9.82382	14	9.95139	25	0.04861	11	9.87243	12
49	9.82396	14	9.95164	26	0.04836	11	9.87232	11
50	9.82410	14	9.95190	25	0.04810	12	9.87221	10
51	9.82424	15	9.95215	25	0.04785	11	9.87209	9
52	9.82439	14	9.95240	26	0.04760	11	9.87198	8
53	9.82453	14	9.95266	25	0.04734	12	9.87187	7
54	9.82467	14	9.95291	26	0.04709	11	9.87175	6
55	9.82481	14	9.95317	25	0.04683	11	9.87164	5
56	9.82495	14	9.95342	26	0.04658	12	9.87153	4
57	9.82509	14	9.95368	25	0.04632	11	9.87141	3
58	9.82523	14	9.95393	25	0.04607	11	9.87130	2
59	9.82537	14	9.95418	26	0.04582	12	9.87119	1
60	9.82551		9.95444		0.04556		9.87107	0
′	Cos.	D.	Cotg.	D.	Tang.	D.	Sin.	′

Part. prop.

″	15	26
6	1.5	2.6
7	1.8	3.0
8	2.0	3.5
9	2.3	3.9
10	2.5	4.3
20	5.0	8.7
30	7.5	13.0
40	10.0	17.3
50	12.5	21.7

″	11	12
6	1.1	1.2
7	1.3	1.4
8	1.5	1.6
9	1.7	1.8
10	1.8	2.0
20	3.7	4.0
30	5.5	6.0
40	7.3	8.0
50	9.2	10.0

″	14	25
6	1.4	2.5
7	1.6	2.9
8	1.9	3.3
9	2.1	3.8
10	2.3	4.2
20	4.7	8.3
30	7.0	12.5
40	9.3	16.7
50	11.7	20.8

Part. prop.

48°

42°

′	Sin.	D.	Tang.	D.	Cotg.	D.	Cos.	′
0	9.82551	14	9.95444	25	0.04556	11	9.87107	60
1	9.82565	14	9.95469	26	0.04531	11	9.87096	59
2	9.82579	14	9.95495	25	0.04505	12	9.87085	58
3	9.82593	14	9.95520	25	0.04480	11	9.87073	57
4	9.82607	14	9.95545	26	0.04455	12	9.87062	56
5	9.82621	14	9.95571	25	0.04429	11	9.87050	55
6	9.82635	14	9.95596	26	0.04404	11	9.87039	54
7	9.82649	14	9.95622	25	0.04378	12	9.87028	53
8	9.82663	14	9.95647	25	0.04353	11	9.87016	52
9	9.82677	14	9.95672	26	0.04328	12	9.87005	51
10	9.82691	14	9.95698	25	0.04302	11	9.86993	50
11	9.82705	14	9.95723	25	0.04277	12	9.86982	49
12	9.82719	14	9.95748	26	0.04252	11	9.86970	48
13	9.82733	14	9.95774	25	0.04226	12	9.86959	47
14	9.82747	14	9.95799	26	0.04201	11	9.86947	46
15	9.82761	14	9.95825	25	0.04175	12	9.86936	45
16	9.82775	13	9.95850	25	0.04150	11	9.86924	44
17	9.82788	14	9.95875	26	0.04125	11	9.86913	43
18	9.82802	14	9.95901	25	0.04099	12	9.86902	42
19	9.82816	14	9.95926	26	0.04074	11	9.86890	41
20	9.82830	14	9.95952	25	0.04048	12	9.86879	40
21	9.82844	14	9.95977	25	0.04023	12	9.86867	39
22	9.82858	14	9.96002	26	0.03998	11	9.86855	38
23	9.82572	13	9.96028	25	0.03972	12	9.86844	37
24	9.82885	14	9.96053	25	0.03947	11	9.86832	36
25	9.82899	14	9.96078	26	0.03922	12	9.86821	35
26	9.82913	14	9.96104	25	0.03896	11	9.86809	34
27	9.82927	14	9.96129	26	0.03871	12	9.86798	33
28	9.82941	14	9.96155	25	0.03845	11	9.86786	32
29	9.82955	13	9.96180	25	0.03820	12	9.86775	31
30	9.82968	14	9.96205	26	0.03795	11	9.86763	30
31	9.82982	14	9.96231	25	0.03769	12	9.86752	29
32	9.82996	14	9.96256	25	0.03744	12	9.86740	28
33	9.83010	13	9.96281	26	0.03719	11	9.86728	27
34	9.83023	14	9.96307	25	0.03693	12	9.86717	26
35	9.83037	14	9.96332	25	0.03668	11	9.86705	25
36	9.83051	14	9.96357	26	0.03643	12	9.86694	24
37	9.83065	13	9.96383	25	0.03617	12	9.86682	23
38	9.83078	14	9.96408	25	0.03592	11	9.86670	22
39	9.83092	14	9.96433	26	0.03567	12	9.86659	21
40	9.83106	14	9.96459	25	0.03541	12	9.86647	20
41	9.83120	13	9.96484	26	0.03516	11	9.86635	19
42	9.83133	14	9.96510	25	0.03490	12	9.86624	18
43	9.83147	14	9.96535	25	0.03465	12	9.86612	17
44	9.83161	13	9.96560	26	0.03440	11	9.86600	16
45	9.83174	14	9.96586	25	0.03414	12	9.86589	15
46	9.83188	14	9.96611	25	0.03389	12	9.86577	14
47	9.83202	13	9.96636	26	0.03364	11	9.86565	13
48	9.83215	14	9.96662	25	0.03338	12	9.86554	12
49	9.83229	13	9.96687	25	0.03313	12	9.86542	11
50	9.83242	14	9.96712	26	0.03288	12	9.86530	10
51	9.83256	14	9.96738	25	0.03262	11	9.86518	9
52	9.83270	13	9.96763	25	0.03237	12	9.86507	8
53	9.83283	14	9.96788	26	0.03212	12	9.86495	7
54	9.83297	13	9.96814	25	0.03186	11	9.86483	6
55	9.83310	14	9.96639	25	0.03161	12	9.86472	5
56	9.83324	14	9.96864	26	0.03136	12	9.86460	4
57	9.83338	13	9.96890	25	0.03110	12	9.86448	3
58	9.83351	14	9.96915	25	0.03085	11	9.86436	2
59	9.83365	13	9.96940	26	0.03060	12	9.86425	1
60	9.83378		9.96966		0.03034		9.86413	0
′	Cos.	D.	Cotg.	D.	Tang.	D.	Sin.	′

Part. prop.

″	14	26
6	1.4	2.6
7	1.6	3.0
8	1.9	3.0
9	2.1	3.9
10	2.3	4.3
20	4.7	8.7
30	7.0	13.0
40	9.3	17.3
50	11.7	21.7

″	11	12
6	1.1	1.2
7	1.3	1.4
8	1.5	1.6
9	1.7	1.8
10	1.8	2.0
20	3.7	4.0
30	5.5	6.0
40	7.3	8.0
50	9.2	10.0

″	13	25
6	1.3	2.5
7	1.5	2.9
8	1.7	3.3
9	2.0	3.8
10	2.2	4.2
20	4.3	8.3
30	6.5	12.5
40	8.7	16.7
50	10.8	20.8

Part. prop.

47°

43°

′	Sin.	D.	Tang.	D.	Cotg.	D.	Cos.	′
0	9.83378	14	9.96966	25	0.03034	12	9.86413	60
1	9.83392	13	9.96991	25	0.03009	12	9.86401	59
2	9.83405	14	9.97016	26	0.02984	12	9.86389	58
3	9.83419	13	9.97042	25	0.02958	11	9.86377	57
4	9.83432	14	9.97067	25	0.02933	12	9.86366	56
5	9.83446	13	9.97092	26	0.02908	12	9.86354	55
6	9.83459	14	9.97118	25	0.02882	12	9.86342	54
7	9.83473	13	9.97143	25	0.02857	12	9.86330	53
8	9.83486	14	9.97168	25	0.02832	12	9.86318	52
9	9.83500	13	9.97193	26	0.02807	11	9.86306	51
10	9.83513	14	9.97219	25	0.02781	12	9.86295	50
11	9.83527	13	9.97244	25	0.02756	12	9.86283	49
12	9.83540	14	9.97269	26	0.02731	12	9.86271	48
13	9.83554	13	9.97295	25	0.02705	12	9.86259	47
14	9.83567	14	9.97320	25	0.02680	12	9.86247	46
15	9.83581	13	9.97345	26	0.02655	12	9.86235	45
16	9.83594	14	9.97371	25	0.02629	12	9.86223	44
17	9.83608	13	9.97396	25	0.02604	11	9.86211	43
18	9.83621	13	9.97421	26	0.02579	12	9.86200	42
19	9.83634	14	9.97447	25	0.02553	12	9.86188	41
20	9.83648	13	9.97472	25	0.02528	12	9.86176	40
21	9.83661	13	9.97497	26	0.02503	12	9.86164	39
22	9.83674	14	9.97523	25	0.02477	12	9.86152	38
23	9.83688	13	9.97548	25	0.02452	12	9.86140	37
24	9.83701	14	9.97573	25	0.02427	12	9.86128	36
25	9.83715	13	9.97598	26	0.02402	12	9.86116	35
26	9.83728	13	9.97624	25	0.02376	12	9.86104	34
27	9.83741	14	9.97649	25	0.02351	12	9.86092	33
28	9.83755	13	9.97674	26	0.02326	12	9.86080	32
29	9.83768	13	9.97700	25	0.02300	12	9.86068	31
30	9.83781	14	9.97725	25	0.02275	12	9.86056	30
31	9.83795	13	9.97750	26	0.02250	12	9.86044	29
32	9.83808	13	9.97776	25	0.02224	12	9.86032	28
33	9.83821	13	9.97801	25	0.02199	12	9.86020	27
34	9.83834	14	9.97826	25	0.02174	12	9.86008	26
35	9.83848	13	9.97851	26	0.02149	12	9.85996	25
36	9.83861	13	9.97877	25	0.02123	12	9.85984	24
37	9.83874	13	9.97902	25	0.02098	12	9.85972	23
38	9.83887	14	9.97927	26	0.02073	12	9.85960	22
39	9.83901	13	9.97953	25	0.02047	12	9.85948	21
40	9.83914	13	9.97978	25	0.02022	12	9.85936	20
41	9.83927	13	9.98003	26	0.01997	12	9.85924	19
42	9.83940	14	9.98029	25	0.01971	12	9.85912	18
43	9.83954	13	9.98054	25	0.01946	12	9.85900	17
44	9.83967	13	9.98079	25	0.01921	12	9.85888	16
45	9.83980	13	9.98104	26	0.01896	12	9.85876	15
46	9.83993	13	9.98130	25	0.01870	13	9.85864	14
47	9.84006	14	9.98155	25	0.01845	12	9.85851	13
48	9.84020	13	9.98180	26	0.01820	12	9.85839	12
49	9.84033	13	9.98206	25	0.01794	12	9.85827	11
50	9.84046	13	9.98231	25	0.01769	12	9.85815	10
51	9.84059	13	9.98256	25	0.01744	12	9.85803	9
52	9.84072	13	9.98281	26	0.01719	12	9.85791	8
53	9.84085	13	9.98307	25	0.01693	13	9.85779	7
54	9.84098	14	9.98332	25	0.01668	12	9.85766	6
55	9.84112	13	9.98357	26	0.01643	12	9.85754	5
56	9.84125	13	9.98383	25	0.01617	12	9.85742	4
57	9.84138	13	9.98408	25	0·01592	12	9.85730	3
58	9.84151	13	9.98433	25	0.01567	12	9.85718	2
59	9.84164	13	9.98458	26	0.01542	13	9.85706	1
60	9.84177		9.98484		0.01516		9.85693	0
′	Cos.	D.	Cotg.	D.	Tang.	D.	Sin.	′

Part. prop.

″	14	26
6	1.4	2.6
7	1.6	3.0
8	1.9	3.5
9	2.1	3.9
10	2.3	4.3
20	4.7	8.7
30	7.0	13.0
40	9.3	17.3
50	11.7	21.7

″	11	12
6	1.1	1.2
7	1.3	1.4
8	1.5	1.6
9	1.7	1.8
10	1.8	2.0
20	3.7	4.0
30	5.5	6.0
40	7.3	8.0
50	9.2	10.0

″	13	25
6	1.3	2.5
7	1.5	2.9
8	1.7	3.3
9	2.0	3.8
10	2.2	4.2
20	4.3	8.3
30	6.5	12.5
40	8.7	16.7
50	10.8	20.8

Part. prop.

46°

44°

′	Sin.	D.	Tang.	D.	Cotg.	D.	Cos.	′
0	9.84177	13	9.98484	25	0.01516	12	9.85693	60
1	9.84190	13	9.98509	25	0.01491	12	9.85681	59
2	9.84203	13	9.98534	26	0.01466	12	9.85669	58
3	9.84216	13	9.98560	25	0.01440	12	9.85657	57
4	9.84229	13	9.98585	25	0.01415	13	9.85645	56
5	9.84242	13	9.98610	25	0.01390	12	9.85632	55
6	9.84255	14	9.98635	26	0.01365	12	9.85620	54
7	9.84269	13	9.98661	25	0.01339	12	9.85608	53
8	9.84282	13	9.98686	25	0.01314	13	9.85596	52
9	9.84295	13	9.98711	26	0.01289	12	9.85583	51
10	9.84308	13	9.98737	25	0.01263	12	9.85571	50
11	9.84321	13	9.98762	25	0.01238	12	9.85559	49
12	9.84334	13	9.98787	25	0.01213	13	9.85547	48
13	9.84347	13	9.98812	26	0.01188	12	9.85534	47
14	9.84360	13	9.98838	25	0.01162	12	9.85522	46
15	9.84373	12	9.98863	25	0.01137	13	9.85510	45
16	9.84385	13	9.98888	25	0.01112	12	9.85497	44
17	9.84398	13	9.98913	26	0.01087	12	9.85485	43
18	9.84411	13	9.98939	25	0.01061	13	9.85473	42
19	9.84424	13	9.98964	25	0.01036	12	9.85460	41
20	9.84437	13	9.98989	26	0.01011	12	9.85448	40
21	9.84450	13	9.99015	25	0.00985	13	9.85436	39
22	9.84463	13	9.99040	25	0.00960	12	9.85423	38
23	9.84476	13	9.99065	25	0.00935	12	9.85411	37
24	9.84489	13	9.99090	26	0.00910	13	9.85399	36
25	9.84502	13	9.99116	25	0.00884	12	9.85386	35
26	9.84515	13	9.99141	25	0.00859	13	9.85374	34
27	9.84528	12	9.99166	25	0.00834	12	9.85361	33
28	9.84540	13	9.99191	26	0.00809	12	9.85349	32
29	9.84553	13	9.99217	25	0.00783	13	9.85337	31
30	9.84566	13	9.99242	25	0.00758	12	9.85324	30
31	9.84579	13	9.99267	26	0.00733	13	9.85312	29
32	9.84592	13	9.99293	25	0.00707	12	9.85299	28
33	9.84605	13	9.99318	25	0.00682	13	9.85287	27
34	9.84618	12	9.99343	25	0.00657	12	9.85274	26
35	9.84630	13	9.99368	26	0.00632	12	9.85262	25
36	9.84643	13	9.99394	25	0.00606	13	9.85250	24
37	9.84656	13	9.99419	25	0.00581	12	9.85237	23
38	9.84669	13	9.99444	25	0.00556	13	9.85225	22
39	9.84682	12	9.99469	26	0.00531	12	9.85212	21
40	9.84694	13	9.99495	25	0.00505	13	9.85200	20
41	9.84707	13	9.99520	25	0.00480	12	9.85187	19
42	9.84720	13	9.99545	25	0.00455	13	9.85175	18
43	9.84733	12	9.99570	26	0.00430	12	9.85162	17
44	9.84745	13	9.99596	25	0.00404	13	9.85150	16
45	9.84758	13	9.99621	25	0.00379	12	9.85137	15
46	9.84771	13	9.99646	26	0.00354	13	9.85125	14
47	9.84784	12	9.99672	25	0.00328	12	9.85112	13
48	9.84796	13	9.99697	25	0.00303	13	9.85100	12
49	9.84809	13	9.99722	25	0.00278	13	9.85087	11
50	9.84822	13	9.99747	26	0.00253	12	9.85074	10
51	9.84835	12	9.99773	25	0.00227	13	9.85062	9
52	9.84847	13	9.99798	25	0.00202	12	9.85049	8
53	9.84860	13	9.99823	25	0.00177	13	9.85037	7
54	9.84873	12	9.99848	26	0.00152	12	9.85024	6
55	9.84885	13	9.99874	25	0.00126	13	9.85012	5
56	9.84898	13	9.99899	25	0.00101	13	9.84999	4
57	9.84911	12	9.99924	25	0.00076	12	9.84986	3
58	9.84923	13	9.99949	26	0.00051	13	9.84974	2
59	9.84936	13	9.99975	25	0.00025	12	9.84961	1
60	9.84949		0.00000		0.00000		9.84949	0
′	Cos.	D.	Cotg.	D.	Tang.	D.	Sin.	′

Part. prop.

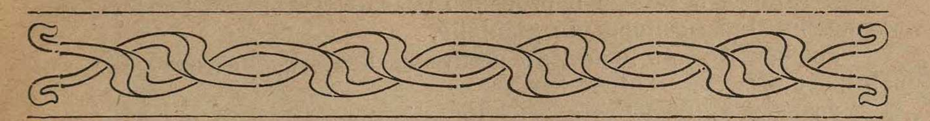
″	26
6	2.6
7	3.0
8	3.5
9	3.9
10	4.3
20	8.7
30	13.0
40	17.3
50	21.7

″	12	13
6	1.2	1.3
7	1.4	1.5
8	1.6	1.7
9	1.8	2.0
10	2.0	2.2
20	4.0	4.3
30	6.0	6.5
40	8.0	8.7
50	10.0	10.8

″	25
6	2.5
7	2.9
8	3.3
9	3.8
10	4.2
20	8.3
30	12.5
40	16.7
50	20.8

Part. prop.

45°



Краткія свѣдѣнія по римскимъ древностямъ.

Глава I. Городъ Римъ

§ 1. ХОЛМЫ.

Древній Римъ былъ построенъ на семи возвышенностяхъ по сю сторону рѣки Тибра. Возвышенности эти суть: mons Capitolinus (Капитолій), mons Palatinus (Палацій), mons Aventinus (Авентинъ), mons Caelius (Целій), mons Esquilinus (Эсквилинъ), collis Quirinalis (Квириналъ) и collis Viminalis (Виминалъ).

a) MONS PALATINUS.—ПАЛАЦІЙ.

По преданію, Римъ былъ первоначально основанъ на Палаціи, а впослѣдствіи уже застроены и заселены были остальныя возвышенности. При Августѣ Палацій считался аристократической частью города: здѣсь жили знатнѣйшія фамиліи Рима и находился дворецъ Августа Palatium. Сообщеніе съ остальными кварталами города происходило по пѣшеходнымъ тропинкамъ со ступеньками и по проѣзжей аллеѣ, спускавшейся къ большой дорогѣ Sacra via.

b) MONS CAPITOLINUS.—КАПИТОЛІЙ.

Среди остальныхъ возвышенностей главное мѣсто занималъ Капитолій. Въ болѣе древнія времена Капитолій былъ одной изъ сильнѣйшихъ крѣпостей Рима; позднѣе же словомъ arx (крѣпость, кремль, замокъ) стала называться одна изъ вершинъ Капитолія, а другая называлась просто Capitolium по построенному на ней храму Юпитера Капитолійскаго. Одинъ изъ обрывовъ Капитолія со стороны Тибра носилъ названіе mons Tarpeius (Тарпейская скала).

§ 2. FORUM ROMANUM.—ФОРУМЪ.

Между Капитоліемъ и Палаціемъ находилась обширная четырехугольная площадь, которая, въ отличіе отъ другихъ площадей Рима, называлась Forum Romanum. Эту площадь окружали во времена республики важнѣйшія общественныя зданія Рима и многіе храмы; она была средоточіемъ общественной жизни, на ней происходили народныя собранія и произносились рѣчи къ народу въ важныхъ случаяхъ. Поперекъ форума подъ землею проходила къ Тибру cloaca maxima.

§ 3. ГЛАВНѢЙШІЯ ОБЩЕСТВЕННЫЯ ЗДАНІЯ.

Зданія Рима въ болѣе древнее время не отличались особенной красотой и главнымъ образомъ строились изъ кирпича. Только во время

Суллы, Помпея и Цезаря и особенно благодаря Августу Римъ украсился великолѣпными мраморными зданіями.

Вообще же изъ зданій въ республиканское время наиболѣе замѣчательны были:

храмъ Юпитера Статора на Палаціи;

храмъ Юпитера Капитолійскаго на Капитоліи, перестроенный послѣ пожара при Суллѣ;

храмъ Конкордіи у подножія Капитолія;

храмъ Сатурна вмѣстѣ съ казначействомъ (aerarium);

четырехугольный храмъ Януса безъ крыши;

круглый храмъ Весты, на форумѣ противъ Капитолія, и общежитіе весталокъ;

древній дворецъ (regia), въ которомъ находились учрежденія вѣдомства верховнаго понтифика (pontifex maximus);

зданіе сенатской куріи (curia Hostilia) на форумѣ;

carcer у подножія Капитолія;

tabernae, лавки, на форумѣ, которыя при Цезарѣ и Августѣ были перестроены въ basilica Iulia;

древній circus maximus въ ложбинѣ между Палаціемъ и Авентиномъ.

§ 4. МАРСОВО ПОЛЕ.

Campus Martius находилось позади Капитолія и Квиринала на обширной низменности. Зданіями оно украсилось лишь при Августѣ. Черезъ все поле проходила via Flaminia, которая оканчивалась у pons Mulvius черезъ Тибръ.

Глава II. Жители Рима.

§ 1. PATRIS и PLEBS.—ПАТРИЦИИ и ПЛЕБЕИ.

Дѣленіе римскаго населенія на патриціевъ и плебеевъ относится къ болѣе древнему періоду, ибо въ концѣ республики борьба плебеевъ съ патриціями за равноправіе уже была закончена, и оба эти сословія перестали отдѣльно существовать.

Патриціи были тѣ, кто происходилъ отъ одного изъ родовъ, образовавшихъ первоначальныя три римскія общины Ramnes, Tities и Luceres. Это, значитъ, были коренные жители Рима, которые смотрѣли на всѣ остальныя, позднѣе присоединившіяся къ Риму общины, какъ на пришельцевъ. Основой патриціанскаго строя была familia (семья) съ pater familias во главѣ. Familiae соединялись въ gentes (роды), а gentes складывались въ curiae (куріи).

Плебеи были переселившіеся въ Римъ члены другихъ латинскихъ общинъ, которые, хотя и признавались самостоятельными членами гражданскаго общества и имѣли ius commercii, т. е. право имѣть собственность и заключать договоры, однако не имѣли ius connubii, т.е. права вступать въ бракъ съ патриціями, и были неполноправны въ политическомъ отношеніи, такъ какъ не имѣли доступа ко многимъ государственнымъ должностямъ.

Послѣ 300 года до Р. Х., плебеи были окончательно уравнены въ правахъ съ патриціями и, хотя какъ тѣ, такъ и другіе, сохранили и въ дальнѣйшемъ нѣкоторыя сословныя особенности, борьба между ними прекратилась, и принадлежность къ этимъ сословіямъ болѣе не связывалась ни съ особыми преимуществами ни съ лишеніями въ правахъ.

§ 2. CIVES OPTIMI IURIS.—ПОЛНОПРАВНЫЕ ГРАЖДАНЕ.

Граждане полноправные назывались cives optimi iuris.

Первоначально полноправными гражданами Рима были только одни патриціи, т. е. потомки первыхъ трехъ трибъ, основавшихъ Римъ. Въ періодъ республики полноправія добились плебеи, затѣмъ по lex Iulia 90-го года права Римскаго гражданства, или status civitatis, распространены были на всѣ латинскія общины, а по lex Plautia Papiria 89 года status civitatis даровано было всѣмъ свободнымъ гражданамъ италійскихъ союзническихъ государствъ.

Полноправный римскій гражданинъ имѣлъ: 1) ius suffragii—право подачи голоса въ народномъ собраніи; 2) ius honorum—право занимать государственныя должности или магистратуры; 3) ius commercii—право обладать собственностью движимой и земельной, право торговли и право на судебную защиту; 4) ius connubii—право вступать въ законный бракъ.

Совокупность правъ римскаго гражданина обозначалась словомъ caput.

§ 3. CLIENTES.—КЛІЕНТЫ.

Согласно древнему воззрѣнію, гражданскій судъ и право каждаго народа существуетъ только для защиты членовъ даннаго общества. Всякій же чужестранецъ, попавшій въ это общество, для защиты своихъ интересовъ долженъ прибѣгнуть къ помощи и покровительству туземца. Иностранецъ, переселившійся въ Римъ и поступившій подъ покровительство civis Romanus, назывался *кліентомъ*, а покровительствующій ему римскій гражданинъ—*патрономъ* (patronus). Кліентъ являлся лицомъ зависимымъ отъ своего патрона; онъ долженъ былъ слѣдовать за своимъ патрономъ на войну, оказывать ему денежное пособіе, напримѣръ, при выдачѣ дочери замужъ, при выкупѣ патрона изъ плѣна, при уплатѣ имъ штрафа. Патронъ съ своей стороны обязанъ былъ защищать кліента, оказывать ему поддержку совѣтами и заступничество предъ властями. Кліентъ являлся какъ бы членомъ семьи своего патрона: патронъ заступалъ его вездѣ, гдѣ ему приходилось осуществлять права свои судебнымъ порядкомъ.

§ 4. SERVI и LIBERTINI.—РАБЫ и ВОЛЬНООТПУЩЕННИКИ.

Всякій civis Romanus кромѣ status civitatis имѣлъ еще status libertatis, т. е. былъ *свободнымъ* гражданиномъ. По отношенію къ этому status libertatis населеніе Рима дѣлилось на двѣ категоріи: liberi—всѣ свободные граждане и servi—рабы.

Рабство въ Римѣ было исконнымъ институтомъ и возникло оно на почвѣ войнъ между Римомъ и другими сосѣдними и дальними народами. Первые рабы были плѣнники, и отношенія рабовладѣльцевъ къ рабамъ тогда напоминали отношенія побѣдителей къ побѣжденнымъ. Господинъ недавно видѣлъ своего раба въ рядахъ непріятельскаго войска, какъ равнаго себѣ противника, и у него, естественно, не могло еще сложиться представленіе о рабѣ, какъ о вещи, которой онъ можетъ распоряжаться по своему произволу. Въ дальнѣйшемъ, однако, положеніе рабовъ въ Римѣ ухудшилось. Увеличеніе количества рабовъ въ связи съ успѣшной завоевательной дѣятельностью Рима, а также обращеніе въ рабство африканскихъ и азіатскихъ племенъ привели къ тому, что на рабовъ въ Римѣ стали смотрѣть, какъ на домашній скотъ, и даже въ правѣ установилось положеніе: servi res sunt, рабы суть вещи, и какъ таковыя, они могутъ быть предметомъ торговли, могутъ быть выброшены при негодности и т. д. О рабахъ говорили, что они nullum caput habent, не имѣютъ никакихъ правъ, и поэтому за

преступленіе раба, напримѣръ, отвѣчалъ его господинъ. Лишь во времена императоровъ права господина надъ личностью раба стали подвергаться извѣстнымъ ограниченіямъ. Будучи лишенъ status libertatis, рабъ не имѣлъ и status civitatis. Онъ ничего для себя не могъ пріобрѣтать, не могъ давать и принимать обязательства и былъ лишенъ судебной защиты. Все, что онъ ни пріобрѣталъ, попадало его господину, и хотя въ Римѣ было распространеннымъ обычаемъ выдѣлять рабамъ извѣстное имущество — peculium — для самостоятельнаго хозяйства, но имущество это считалось собственностью господина, и господинъ отвѣчалъ за долги раба. Рабы въ Римѣ лишены были и status familiae, т. е. не имѣли семьи и не имѣли права вступать въ законный бракъ (matrimonium). Они состояли въ сожительствѣ (contubernium) и дѣти ихъ считались, какъ приплодъ скота, собственностью господина.

Рабство устанавливалось: 1) плѣномъ, 2) рожденіемъ отъ рабыни, 3) покупкой у торговца рабами, а въ позднѣйшее время еще 4) въ силу наказанія за извѣстныя преступленія.

Рабство прекращалось отпущеніемъ господиномъ раба на волю. Отпущеніе это носило названіе manumissio и имѣло разныя формы. Одинъ видъ манумиссіи назывался manumissio vindicta и состоялъ въ томъ, что господинъ передъ преторомъ и свидѣтелемъ объявлялъ раба свободнымъ. Другой видъ манумиссіи — manumissio censu, состоялъ въ томъ, что цензоръ съ согласія господина заносилъ раба въ списки свободныхъ гражданъ. Наконецъ, существовала еще manumissio testamento — отпущеніе на волю по духовному завѣщанію. Позднѣе, уже во времена имперіи, были установлены случаи прекращенія рабства помимо воли господина.

По отпущеніи на волю рабъ получалъ названіе libertinus, libertus, — вольноотпущенникъ. Libertini уже свободные граждане, но все же они отличались отъ ingenui, свободнорожденныхъ. Положеніе libertinus являлось какъ бы переходнымъ къ состоянію полной свободы, и надъ нимъ продолжалась еще тѣнь прежней власти господина въ видѣ патроната. Libertus долженъ былъ оказывать патрону obsequium, онъ, напримѣръ, не могъ безъ разрѣшенія магистрата привлекать къ суду своего патрона, долженъ былъ въ извѣстныхъ случаяхъ оказывать ему даже денежное вспомоществованіе, давать alimenta, обязанъ былъ оказывать ему моральныя услуги (operae officiales) и услуги ремесленныя (operae fabriles). Патронъ же имѣлъ право наслѣдованія послѣ своего libertus, когда этотъ послѣдній не оставилъ дѣтей. Что же касается ихъ политическихъ правъ, то они хотя и могли участвовать въ народномъ собраніи, но не могли быть выбранными въ магистраты. Кромѣ того, они записывались и голосовали только въ четырехъ городскихъ трибахъ. До Августа даже запрещались браки между ingenui и libertini, а для лицъ сенаторскаго сословія это запрещеніе оставалось въ силѣ и позднѣе. Въ періодѣ республиканской имперіи, когда замѣтно было вообще стремленіе ограничить отпущеніе рабовъ на волю, изданъ былъ рядъ законовъ, ограничившихъ вольноотпущенниковъ въ правахъ. По lex Iunia Norbana, libertus получалъ не права гражданства, а такія права, какими нѣкогда, когда не всѣ союзническія государства Италіи еще пользовались полными правами гражданства, имѣли латинскія общины, latini. Съ этого времени вольноотпущенники стали называться latini Iuniani и имѣли только ius commercii, т. е. получали имущественную правоспособность. Впрочемъ, и имуществомъ своимъ libertus могъ располагать только при жизни, послѣ же его смерти оно непремѣнно переходило къ господину. О latini Iuniani въ то время говорили, что они «vivunt, ut liberi, moriuntur, ut servi» — живутъ какъ свободные, умираютъ какъ рабы.

§ 5. ORDO EQUESTER.— ВСАДНИКИ.

Ordo equester, или ordo equestris, было, собственно, сословіе всадниковъ. Первоначально, въ древнѣйшую эпоху, когда главная роль въ государственной жизни Рима принадлежала патриціямъ, всадниками были тѣ изъ патриціевъ, которые обладали достаточнымъ имуществомъ, чтобы во время войны выступить въ качествѣ конницы. Тогда въ составъ арміи Рима входили 6 центурій ихъ. При реформѣ Сервія Туллія, которая стремилась къ приведенію участія въ воинской повинности и платежа налоговъ въ соотвѣтствіе съ имущественной состоятельностью, составлены были еще 12 центурій всадниковъ, въ составъ которыхъ входили уже и плебеи. Съ этого времени ordo equestris мало-по-малу превращался въ особый классъ, и такъ какъ сюда входили наиболѣе богатые изъ патриціевъ и плебеевъ, то классъ этотъ занималъ видное мѣсто въ политической жизни Рима. Такъ, всадники (equites) подавали первыми голосъ на центуріатныхъ собраніяхъ.

Каждый всадникъ получалъ отъ государства лошадь и средства на ея содержаніе. Суммы, необходимыя для покупки и содержанія казенныхъ лошадей, составлялись изъ особыхъ податей, aes equestre и aes hordearium, которыя уплачивались тѣми изъ гражданъ, которые не владѣли землей или неспособны были носить оружіе. Въ болѣе древнее время, когда государство еще не имѣло особой казны, гдѣ собирались подати, оно указывало каждому всаднику, какіе граждане дадутъ ему деньги на лошадь и ея содержаніе. Впослѣдствіи конница изъ римлянъ была уничтожена, ее замѣнила кавалерія союзныхъ государствъ, и ordo equester, переставъ существовать въ видѣ военнаго сословія, стало чисто гражданскимъ дѣленіемъ. Всадники по прежнему получали лошадей, но не несли военной службы; это скорѣе были своего рода штабные офицеры, и эта служба сдѣлалась для богатыхъ первой ступенью къ высшимъ государственнымъ должностямъ. Однако, не всякій могъ попасть въ ordo equestris, ибо положеніе всадника сопряжено было съ особенными затратами, и кромѣ того сами цензоры, зачисляя въ ordo equestris, принимали во вниманіе состояніе каждаго и отдавали предпочтеніе потомкамъ всадниковъ. Ordo equestris, такимъ образомъ, со временемъ превратилось въ классъ денежной и притомъ наслѣдственной аристократіи, въ рукахъ котораго сосредоточились важнѣйшія и крупнѣйшія денежныя операціи.

Изъ этой именно денежной аристократіи составились общества откупщиковъ — collegia publicanorum, бравшія на откупъ подати съ цѣлыхъ провинцій. Изъ этого же класса впослѣдствіи, при императорахъ вербовались чиновники. Внѣшнимъ признакомъ этого класса служилъ anulus aureus, золотой перстень.

§ 6. ORDO SENATORIUS.— СЕНАТОРЫ.

Съ древнѣйшихъ временъ, еще при царяхъ, въ управленіи государствомъ принималъ участіе особый совѣтъ изъ 300 членовъ, senatus. Это, вѣроятно, было собраніе старѣйшинъ всѣхъ родовъ, отчего сенаторы иначе назывались patres. Первоначально въ число сенаторовъ зачислялись только патриціи, но впослѣдствіи доступъ въ сенатъ получили и плебеи. Со времени появленія плебеевъ въ сенатѣ, къ сенату стали обращаться со словами: «patres conscripti» или «patres et conscripti», т. е. патриціи и избранные. Сенаторы избирались пожизненно и не получали никакого жалованья. Отличительными внѣшними признаками сенаторовъ были latus clavus — широкая пурпуровая кайма на одеждѣ, а у сенаторовъ изъ патриціанскихъ родовъ кромѣ того calcei lunati — обувь съ изображеніемъ полумѣсяца изъ слоновой кости. Въ сенаторы избирались обыкновенно лица, исплявшіярав

высшія государственныя должности. Такимъ образомъ, мало-по-малу выдѣлились семьи, члены которыхъ изъ поколѣнія въ поколѣніе посвящали себя государственной службѣ. Возникла особая группа служилой аристократіи nobiles, которые принадлежали какъ къ патриціанскимъ, такъ и плебейскимъ родамъ и въ ряды которыхъ съ большимъ трудомъ попадалъ homo novus, ранѣе къ нимъ не принадлежавшій. Единственнымъ источникомъ доходовъ для nobiles было землевладѣніе, такъ какъ нравы запрещали имъ участіе въ торговлѣ. Кромѣ внѣшняго отличительнаго признака, красной каймы на одеждѣ, они единственно имѣли ius imaginum—право выставлять въ atrium и носить въ торжественныхъ случаяхъ восковыя изображенія предковъ (imagines).

Изъ этого-то класса служилой аристократіи въ концѣ республиканскаго времени выдѣлилась высшая группа сенаторскихъ фамилій подъ названіемъ ordo senatorius. Августъ придалъ этому ordo характеръ сословія, сдѣлалъ принадлежность къ нему наслѣдственной и, какъ условіе принадлежности къ нему, установилъ имущественный цензъ въ 1 милліонъ сестрецій. Изъ ordo senatorius избирались высшія должностныя лица и пополнялся сенатъ. Въ политической борьбѣ съ представителями и вожаками демократіи (populares) nobiles и ordo senatorius выдвинули группу optimates (благородныхъ), консерваторовъ и защитниковъ сената. Но то же ordo senatorius, сохранивъ во всей чистотѣ республиканскія традиціи, позднѣе представляло ярко оппозиціонный элементъ императорскимъ стремленіямъ.

Глава III. Органы власти.

§ 1. POPULUS ROMANUS.—НАРОДЪ.

Римскій народъ въ видѣ извѣстнымъ образомъ организованнаго *народнаго собранія* уже съ самыхъ древнихъ временъ принималъ участіе въ управленіи государствомъ. Съ изгнаніемъ же царей и установленіемъ республики populus Romanus сталъ самостоятельнымъ господиномъ всѣхъ своихъ дѣлъ и носителемъ политическихъ правъ и государственной власти. Само государство разсматривалось какъ собственность римскаго народа въ цѣломъ и называлось res publica; государственныя земли, площади, улицы назывались ager publicus; были даже servi publici. Созывалось народное собраніе въ періодъ царей царемъ, а во времена республики—магистратами. Организованныя народныя собранія назывались comitia и предметомъ ихъ всегда являлся отвѣтъ на какое либо предложеніе (rogatio) магистрата. Въ кругъ вѣдомства народнаго собранія входили: 1) выборы магистратовъ; 2) высшій уголовный судъ за преступленія, влекущія за собой смертную казнь; 2) законодательство и 4) вопросы о войнѣ и мирѣ. День и предметъ обсужденія должны были быть объявлены заранѣе. Такъ, если вносился новый законъ, то проектъ его долженъ былъ быть вывѣшенъ на форумѣ (promulgare rogationem) за три базарныхъ дня (trinundium) или за 24 дня до собранія. Народное собраніе можно было созывать только въ особые дни—dies comitiales и происходило оно на освященномъ мѣстѣ. Начиналось собраніе раннимъ утромъ—prima luce съ auspicia, т. е. молитвой съ испрошеніемъ благопріятныхъ предзнаменованій, которую совершалъ магистратъ, созвавшій собраніе. При неблагопріятномъ исходѣ auspicia собраніе распускалось. Собраніе не могло продолжаться долѣе солнечнаго заката. Засѣданіе начиналось съ чтенія законопроекта, если рѣчь шла объ изданіи новаго закона; если же предстояли выборы магистрата, то предсѣдатель объявлялъ имя кандидата. Rogatio магистрата въ народномъ собраніи обсужденію не под-

вергалось и отвѣтомъ на него была лишь подача голосовъ первоначально устная, открытая, а во второй половинѣ республики закрытая, помощью табличекъ (tabellae). Каждый участникъ голосованія получалъ по двѣ tabellae, на одной изъ которыхъ были буквы U R, что означало: uti rogas—пусть будетъ такъ, какъ ты предлагаешь, т. е. утвердительный отвѣтъ «да», а на другой буква A, что означало: antiquo—отвергаю, «нѣтъ». Одну изъ этихъ табличекъ голосующій опускалъ въ ящикъ. Голоса затѣмъ подсчитывались, и предсѣдатель объявлялъ результатъ голосованія.

Утвержденные народнымъ собраніемъ законы—leges perlatae—считались волей всего народа (iussus populi), вырѣзывались на каменныхъ или металлическихъ доскахъ и выставлялись на форумѣ (legem figere); списокъ закона отдавался на сохраненіе въ государственный архивъ (aerarium). По объявленіи результата голосованія народное собраніе считалось распущеннымъ. Впрочемъ, оно иногда прерывалось посрединѣ въ силу какихъ-нибудь грозныхъ явленій природы, напримѣръ, грома или молніи, или же по заявленію жрецовъ, усмотрѣвшихъ какія-либо неблагопріятныя предзнаменованія.

Отъ народнаго собранія въ видѣ правильно организованныхъ comitia слѣдуетъ отличать сходки—contiones,—которыя созывались магистратами для какихъ-нибудь сообщеній, или для предвыборныхъ совѣщаній, но sine ulla rogatione, не для того, чтобы утверждать законы.

Однако, самыя comitia не всегда и даже въ одну и ту же эпоху не были однородны. Римское народное собраніе выступало въ видѣ comitia curiata, comitia centuriata и comitia tributa.

a) COMITIA CURIATA.

Comitia curiata ведутъ свое происхожденіе съ періода царей, когда въ составъ народнаго собранія входили всѣ патриціи съ того момента, когда они могли носить оружіе. Тогда народное собраніе организовано было по куріямъ, по куріямъ же (curiatim) происходило въ немъ голосованіе, а въ каждой куріи голоса подавались поголовно (viritim).

Первоначально на куріи раздѣлялись только три патриціанскія трибы, и каждая триба составляла 10 курій. Съ установленіемъ республики въ патриціанскія куріи получили доступъ и плебеи, и такъ какъ собранія курій перестали быть исключительно патриціанскими, то они потеряли свое прежнее значеніе. Лишь немногія дѣла остались въ вѣдѣніи comitia curiata: 1) изданіе lex curiata de imperio—постановленіе, въ силу котораго всякій избранный магистратъ утверждался въ должности и получалъ право auspicia, т. е. сообщенія съ богами; 2) усыновленіе (arrogatio, adoptio), совершавшееся передъ куріатнымъ собраніемъ, и 3) завѣщаніе, составлявшееся также въ присутствіи курій. Впослѣдствіи куріи даже перестали собираться и въ comitia curiata являлись только 30 ликторовъ (lictores) въ качествѣ представителей 30-ти курій.

b) COMITIA CENTURIATA.

Comitia centuriata были новымъ видомъ римскаго народнаго собранія и были, собственно, собраніемъ всего народа въ противоположность патриціанскимъ comitia curiata. Центуріатныя комиціи возникли въ связи съ финансовой и военной реформой Сервія Туллія. Еще ранѣе Сервія Туллія въ Римѣ были попытки образовать изъ плебеевъ особую четвертую трибу, и когда эти попытки встрѣтили сопро-

тивленіе со стороны жрецовъ-патриціевъ, нѣкоторые знатные и богатые плебейскіе роды были включены въ три патриціанскія трибы. Вновь принятые роды стали называться gentes minores въ отличіе отъ коренныхъ патриціанскихъ родовъ, gentes maiores. Однако, это не могло быть удовлетворительнымъ разрѣшеніемъ вопроса о роли плебеевъ въ государственной жизни Рима. Число плебейскихъ родовъ все возрастало, но такъ какъ они не пользовались тогда никакими политическими правами, то они не платили налоговъ и не обязаны были участвовать въ войскѣ. Для болѣе равномѣрнаго распредѣленія податной и военной повинностей, по преданію, Сервій Туллій раздѣлилъ римскую территорію вмѣстѣ со всѣми ея жителями на трибы (tribus), которыя уже были не племенными группами, а чисто территоріальными единицами. Каждая триба являлась оцѣночною и податной единицей. Каждые пять лѣтъ (lustrum) производилась переоцѣнка (census) имуществъ въ трибѣ, и всѣ жители трибы заносились въ особый списокъ съ обозначеніемъ ихъ семейнаго состава и размѣровъ земельнаго имущества. На основаніи этихъ списковъ всѣ граждане, и патриціи и плебеи, раздѣлялись на 5 классовъ. Каждый классъ для военныхъ цѣлей дѣлился на centuriae, при чемъ классы болѣе состоятельныхъ должны были выставить и большее число центурій: 1 классъ образовалъ 80 центурій; 2, 3 и 4-й классы по 20 центурій, всего, значитъ, 60 центурій; 5 классъ выставлялъ 30 центурій. Отдѣльно отъ этихъ центурій землевладѣльцевъ стояли 18 центурій всадниковъ, 2 центуріи мастеровъ (fabri tignarii — плотники, fabri ferrarii — кузнецы), 2 центуріи музыкантовъ (cornicines и tubicines — трубачи) и, наконецъ, 1 добавочная центурія, которую образовали неимущіе, proletarii, вносившіеся въ списки лишь по именамъ — capite censi.

Итакъ, всѣхъ центурій римскихъ гражданъ было 193. Собраніе всѣхъ 193-хъ центурій въ полномъ вооруженіи представляло собой римскую армію и первоначально имѣло мѣсто лишь въ военное время. Позднѣе собраніе центурій стало народнымъ собраніемъ Рима и стало называться поэтому comitia centuriata. Вначалѣ comitia centuriata существовали на ряду съ comitia curiata, при чемъ въ comitia centuriata, главнымъ образомъ, рѣшались вопросы о войнѣ и мирѣ. Хотя въ comitia centuriata участвовали уже и плебеи, однако, большинство голосовъ обычно составляли патриціи, ибо 80 центурій перваго класса и 18 центурій всадниковъ состояли большей частью изъ патриціевъ: изъ 193-хъ центурій патриціи, значитъ, располагали голосомъ въ 98, т.-е. болѣе чѣмъ въ половинѣ. Въ періодъ республики comitia centuriata пріобрѣли первенствующее значеніе и стали называться comitatus maximus. Въ 312 году цензоръ Аппій Клавдій записалъ въ трибутскіе списки кромѣ землевладѣльцевъ лицъ, не имѣвшихъ недвижимаго имущества, такъ называемыхъ aerarii, при чемъ онъ вносилъ ихъ одинаково какъ въ списки городскихъ трибъ (tribus urbanae), такъ и въ списки деревенскихъ трибъ (tribus rusticae). Слѣдствіемъ этого было пополненіе центурій демократическими элементами, которые во всѣхъ почти трибахъ получили перевѣсъ. Однако, въ 304 году запись aerarii въ трибы была ограничена только 4-мя городскими трибами. Былъ повышенъ имущественный цензъ сообразно съ уменьшившейся цѣнностью денегъ и вмѣстѣ съ тѣмъ уничтожена была привиллегія всадниковъ подавать голоса первыми въ comitia centuriata. Центурія, начинавшая подачу голосовъ, comitia praerogativa, съ этихъ поръ всякій разъ избиралась по жребію изъ центурій 1 класса. Общее число трибъ, какъ полагаютъ, къ концу республики было 35, а центурій было всего 373—по 70 въ каждомъ изъ 5-ти классовъ и 23 центуріи всадниковъ, ремесленниковъ, музыкантовъ и пролетаріевъ.

Въ comitia centuriata происходили выборы важнѣйшихъ магистра-

товъ и рѣшались важнѣйшіе законодательные и административные вопросы.

c) COMITIA TRIBUTA.

Comitia tributa были собраніями римскаго народа по трибамъ. Вначалѣ, когда происходила борьба между плебеями и патриціями, эти собранія по мѣстнымъ трибамъ образовывались только плебеями для избранія плебейскихъ магистратовъ, трибуновъ и эдиловъ. Собранія эти носили названіе concilia plebis tributa или просто concilia plebis. Постановленія этихъ собраній назывались plebiscita. Въ дальнѣйшемъ къ concilia plebis стали присоединяться и патриціи, и эти патриціанско-плебейскія собранія по трибамъ получили названіе comitia tributa; постановленія этихъ комицій назывались populiscita. Въ comitia tributa предсѣдательствовали народные трибуны. Въ нихъ избирались magistratus plebis и minores, издавались законы и разбирались судебныя дѣла по преступленіямъ противъ плебса. Въ первой половинѣ республики главное значеніе имѣли патриціанско-плебейскія трибутныя собранія, но къ концу ея на первый планъ выступили concilia plebis, и всѣ рѣшенія плебейскихъ трибутныхъ собраній по закону 286 года (lex Hortensia) сдѣлались обязательными для всего народа: plebiscitum становился lex.

§ 2. SENATUS.—СЕНАТЪ.

Сенатъ въ Римѣ существовалъ уже при царяхъ. Тогда это былъ совѣтъ изъ 300 лицъ (patres), назначавшихся царемъ по его личному усмотрѣнію. Совѣтъ этотъ былъ совѣщательнымъ учрежденіемъ, поддерживавшимъ царя своимъ мнѣніемъ и наблюдавшимъ за исполненіемъ и охраной законовъ и обычаевъ. Всякій новый законъ, принятый народнымъ собраніемъ, нуждался въ утвержденіи сената (auctoritas patrum). Кромѣ того, во время междуцарствія (interregnum) въ рукахъ сената сосредоточивалась высшая власть.

Послѣ уничтоженія царской власти составленіе списковъ сенаторовъ (lectio senatus) переходитъ къ консуламъ. Въ это же время въ сенатъ стали назначаться и плебеи. Срокъ сенаторской службы былъ 1 годъ.

По lex Ovinia, изданному около 312 года, составленіе сената перешло къ цензорамъ. Цензоръ заносилъ въ списки сенаторовъ такихъ лицъ, которыя занимали раньше какую-нибудь магистратуру (optimum quemque), вслѣдствіе чего въ сенатъ попадали только тѣ, кто прошелъ раньше черезъ народное собраніе. Срокъ сенаторской службы установленъ былъ въ 5 лѣтъ (lustrum). Число сенаторовъ почти въ теченіе всего республиканскаго времени оставалось прежнее—300; лишь со времени Суллы число это увеличилось до 600, а при Цезарѣ дошло до 900.

Первый значившійся въ сенаторскомъ спискѣ сенаторъ назывался princeps senatus, который, однако, никакими преимуществами предъ другими сенаторами не пользовался. Сенаторы имѣли: 1) ius sententiae dicendae—право высказывать свои мнѣнія и 2) ius sententiae ferendae—право участвовать въ голосованіи. Кромѣ того въ составъ сената входили еще senatores pedarii, т.-е. сенаторы, имѣвшіе только право участвовать въ голосованіи (pedibus in alienam sententiam ire) и не имѣвшіе права обсуждать вопросъ.

Сенатъ созывался царями, а позднѣе консулами и преторами, которые и предсѣдательствовали въ немъ. Предсѣдатель сената также имѣлъ право наложенія штрафа за неявку сенатора на засѣданіе безъ уважительной причины. Начиналось всякое засѣданіе съ доклада—relatio.

По изложеніи вопроса (referre ad senatum) либо тотчасъ же слѣдовало голосованіе, если вопросъ не нуждался въ обсужденіи, либо предварительно происходилъ обмѣнъ мыслей, если вопросъ былъ болѣе сложнымъ. Постановленіе сената называлось senatus consultum или decretum. Самое голосованіе состояло въ томъ, что сенаторы расходились на двѣ стороны—pedibus in sententiam ire, discedere. Постановленіе, являвшееся результатомъ такого голосованія, получало названіе senatus consultum per discessionem factum. Постановленіе же, являвшееся результатомъ обмѣна мыслей въ сенатѣ, называлось senatus consultum per singulorum sententias exquisitas factum.

Власть сената распространялась на различныя отрасли государственнаго управленія. Его вѣдѣнію подлежали: 1) высшіе религіозные вопросы, какъ назначеніе жертвоприношеній и всеобщаго покаянія; 2) завѣдываніе финансами и распредѣленіе общегосударственныхъ средствъ между отдѣльными магистратами; 3) управленіе провинціями; 4) международныя сношенія, пріемъ пословъ (senatus dabatur), заключеніе договоровъ; 5) мѣры общественной безопасности и высшей администраціи съ правомъ въ крайнихъ случаяхъ давать консулу неограниченную власть путемъ такъ называемаго senatus consultum ultimum, который гласилъ: caveant consules ne quid respublica detrimenti capiat. Ко всему этому прибавлялась еще сохранившаяся со времени царей auctoritas patrum, въ силу которой всякое постановленіе народнаго собранія должно было быть утверждено сенатомъ, и interregnum, также перешедшее къ нему отъ прежняго времени и состоявшее въ томъ, что, въ случаѣ смерти обоихъ консуловъ, до выбора новыхъ государствомъ управлялъ сенатъ. Впрочемъ, interregnum впослѣдствіи потеряло свое значеніе, ибо послѣ смерти консуловъ цензоръ или преторъ могъ немедленно созвать народное собраніе для избранія новыхъ. Также и auctoritas patrum закономъ 286 года (lex Hortensia) была отмѣнена для plebiscita, а затѣмъ она отпала для всякихъ вообще постановленій народнаго собранія.

§ 3. MAGISTRATUS.— ДОЛЖНОСТНЫЯ ЛИЦА.

Въ эпоху царей, римское государство было еще невелико и управленіе государствомъ несложно, а потому и не было особаго сословія служилыхъ людей, чиновниковъ. Лишь въ тѣхъ особыхъ случаяхъ, когда въ этомъ ощущалась необходимость, цари поручали тѣ или иныя отрасли управленія довѣреннымъ лицамъ, которыя такимъ образомъ являлись помощниками царей. Въ качествѣ таковыхъ упоминаются tribunus celerum—начальникъ конницы, custos (или praefectus) urbi, управлявшій дѣлами въ отсутствіи царя, duo viri perduellionis—лица, разбиравшія государственныя преступленія, quaestores parricidii—лица, вѣдавшія другія уголовныя преступленія.

Съ изгнаніемъ царей власть ихъ была перенесена на двухъ консуловъ, а съ ростомъ государства различныя отрасли управленія постепенно распредѣлялись между особыми должностными лицами (magistratus), и такимъ образомъ съ теченіемъ времени развилась цѣлая система магистратуръ. Всѣ римскіе магистраты были власти выборныя и безвозмездныя, ибо должность магистрата считалась почестью (honor). Магистратъ выбирался не пожизненно, а на 1 годъ, и только цензоры—на 5 лѣтъ. Всѣ магистратуры организованы были коллегіально; такъ, было 2 консула, 4 претора и т. д. Каждый изъ коллегъ могъ совершать всѣ акты, что и другой, и имѣлъ ius intercessionis—право запрета на дѣйствія и распоряженія другого. Болѣе того, каждый магистратъ имѣлъ право протестовать противъ распоряженія младшаго магистрата.

Магистраты по истеченіи срока своей службы могли быть привлечены къ отвѣтственности предъ народнымъ собраніемъ.

Магистраты имѣли право поручать исполненіе ихъ должностей другимъ лицамъ, не избраннымъ на нихъ, которыя дѣйствовали pro magistratu, именемъ даннаго магистрата и вмѣсто него (pro consule, pro praetore). За дѣйствія такихъ довѣренныхъ лицъ отвѣчали сами магистраты.

Вокругъ каждаго магистрата группировался его совѣтъ, consilium, который, однако, не имѣлъ никакихъ государственныхъ функцій. Кромѣ того, при магистратѣ состоялъ цѣлый рядъ низшихъ служителей, носившихъ общее названіе apparitores. Къ нимъ принадлежали: секретари и письмоводители (scribae), ликторы (lictores), глашатаи (praecones) и посыльные (viatores). Apparitores не занимали никакого должностнаго положенія, а были лишь постояннымъ штатомъ служащихъ на жалованьи при данной магистратурѣ и переходили вмѣстѣ съ должностью отъ одного магистрата къ другому. Но вмѣстѣ съ тѣмъ они при каждой должности составляли прочную корпорацію, такъ что желавшій попасть въ нее долженъ былъ себѣ купить мѣсто.

Выборъ магистрата, смотря по роду его власти, совершался въ тѣхъ или другихъ комиціяхъ народнаго собранія. Первоначально въ магистраты могъ быть избранъ каждый римскій гражданинъ, имѣвшій право участвовать въ народномъ собраніи, при чемъ долгое время на цѣлый рядъ должностей могли избираться только патриціи. Начиная со второй половины республики, съ одной стороны получили доступъ ко всѣмъ магистратурамъ плебеи, а съ другой установлены были ограниченія для вступленія въ нихъ. Такъ, законъ 180 года (lex Villia annalis) установилъ извѣстный порядокъ должностей, certus ordo magistratuum: квесторъ, преторъ и консулъ; кромѣ того былъ установленъ минимальный возрастъ для занятія низшей изъ этихъ должностей, квестуры, 28 лѣтъ; наконецъ, установленъ былъ двухлѣтній промежутокъ между послѣдовательнымъ занятіемъ должностей. А въ 81 году lex Cornellia (Суллы) de magistratibus установилъ минимальный возрастъ для квестуры 30 лѣтъ, для претора 40 лѣтъ и для консула 42 года.

Въ болѣе раннее время выборы новаго магистрата совершались по истеченіи срока полномочій стараго. Впослѣдствіи стали производить выборы магистратовъ до окончанія срока службы старыхъ, такъ что магистратуры замѣщались безъ всякихъ перерывовъ. Каждый желавшій занять ту или иную должность долженъ былъ заявить объ этомъ заранѣе магистрату, созывавшему народное собраніе. Такое заявленіе о своей кандидатурѣ носило названіе professio nominis. Имя кандидата выставлялось послѣ этого на форумѣ. Время до выборовъ кандидатъ употреблялъ на предвыборную агитацію (ambitus): одѣтый въ бѣлую тогу онъ ходилъ по улицамъ и старался всѣми способами привлечь симпатіи народа. Изъ того, что впослѣдствіи изданы были законы объ агитаціи (leges de ambitu), можно заключить, что въ ходъ нерѣдко пускались незаконныя средства и даже подкупъ. Выбранный магистратъ прежде всего испрашивалъ auspicia и приносилъ присягу на вѣрность законамъ (iurare in leges) въ присутствіи квесторовъ въ храмѣ Сатурна.

Объемъ власти римскихъ магистратовъ опредѣлялся понятіями potestas и imperium.

Potestas заключала въ себѣ: 1) право ауспицій, т. е. право сношеній съ богами отъ имени народа; 2) ius edicendi, право изданія эдиктовъ; 3) ius agendi cum patribus и cum populo, право вносить въ сенатъ relationes и въ народное собраніе rogationes.

Imperium заключалъ: 1) право на высшее командованіе войскомъ, на наборъ войска, назначеніе офицеровъ; 2) право на высшій уголов-

ный и гражданскій судъ; 3) coercitio, высшая полицейская власть и забота объ общественномъ спокойствіи вмѣстѣ съ правомъ ареста (ius praendendi), правомъ наложенія штрафа (ius multae dictionis) правомъ привлеченія къ суду (in ius vocare) и правомъ на залогъ въ обезпеченіе исполненія своего распоряженія (ius pignoris capionis).

Противъ злоупотребленій магистратовъ граждане по lex Valeria de provocatione 509 года получили право обращенія за защитой къ народному собранію (provocatio ad populum).

Римскія магистратуры распадались на слѣдующіе виды:

1) Магистратуры *патриціанскія и плебейскія.* Это дѣленіе ихъ было особенно важно въ первое время республики, когда плебеи не имѣли еще доступа къ высшимъ государственнымъ должностямъ, напримѣръ—къ консульству, и когда съ другой стороны учреждены были должности спеціально плебейскія, какъ tribuni plebis, которыя не могли быть замѣщены патриціями.

2) Magistratus ordinarii et extraordinarii, магистратуры ординарныя, существовавшія при нормальномъ порядкѣ вещей, каковы были: консулъ, цензоръ, преторъ, эдилъ и квесторъ, и экстраординарныя, учреждавшіяся въ особыхъ случаяхъ взамѣнъ всѣхъ ординарныхъ магистратуръ, какъ диктаторъ, или же для опредѣленныхъ цѣлей, какъ децемвиры и военные трибуны съ консульской властью.

3) Magistratus cum imperium et sine imperio, магистраты, имѣвшіе, кромѣ potestas, и imperium, какъ консулы и преторы, и магистраты, имѣвшіе только potestas, но не imperium, какими были всѣ прочіе.

4) Magistratus maiores et minores, смотря по тому имѣли ли они право на auspicia maiora, какъ консулъ, преторъ и цензоръ, или на auspicia minora.

5) Magistratus curules, имѣвшіе право отправлять свою должность, сидя на sella curulis (почетное кресло), какъ консулъ, преторъ, цензоръ и курульные эдилы, и magistratus некурульные, этого права не имѣвшіе.

Разсмотримъ теперь отдѣльно важнѣйшія римскія магистратуры.

a) CONSULES.—КОНСУЛЫ.

Два консула стояли во главѣ всѣхъ ординарныхъ магистратуръ. Первоначально въ консулы избирались только патриціи. Въ 444 году плебеи выставили требованіе о допущеніи ихъ къ консульству, но патриціи, не желая уступать, вовсе уничтожили должность консула и учредили должность военныхъ трибуновъ съ консульской властью (tribuni militum consulari potestate)), которыми могли быть и плебеи. Законами Лицинія и Секстія 367 года консульская власть была возстановлена, и одинъ изъ консуловъ долженъ былъ быть непремѣнно плебей. Впослѣдствіи оба консула даже могли быть изъ плебеевъ, но никогда оба изъ патриціевъ.

Первоначально консуламъ принадлежала suprema potestas и maius imperium. Они предсѣдательствовали въ сенатѣ и народномъ собраніи, составляли сенатскіе списки, исполняли постановленія сената и комицій, завѣдывали важнѣйшими текущими дѣлами, вѣдали судъ и были главными начальниками надъ войскомъ. Власть ихъ ограничивалась только посредствомъ provocatio ad populum.

Позднѣе, когда въ борьбѣ съ плебеями патриціи создали цѣлый рядъ новыхъ магистратуръ, многія отрасли государственнаго управленія отъ консуловъ перешли къ преторамъ, цензорамъ и т. д., такъ что въ рукахъ консуловъ въ послѣднее время республики осталось только военное управленіе. Консулы производили наборъ войска, и солдаты прися-

гали лично консулу, почему съ каждой смѣной консула войска должны были распускаться и производился новый наборъ. Часто, однако, консулъ и по истеченіи срока службы оставался со своими легіонами въ качествѣ проконсула въ какой нибудь отдаленной мѣстности. Области военныхъ операцій консулы распредѣляли между собой либо по жребію (sortitio), либо по взаимному соглашенію.

Внѣшними знаками отличія консуловъ были: toga praetexta, (опушенная багряницей) sella curulis и 12 lictores cum fascibus (съ пуками прутьевъ, связанныхъ вмѣстѣ и съ топоромъ посрединѣ).

в) PRAETORES.—ПРЕТОРЫ.

Должность претора была учреждена въ 367 году, когда плебеи получили доступъ къ консульству, и первоначально въ преторы избирались только патриціи. Вскорѣ, однако, и плебеи стали избираться на эту должность.

Претору поручено было выдѣленное изъ функцій консуловъ завѣдываніе судами. Сначала былъ учрежденъ только одинъ преторъ—praetor urbanus—для завѣдыванія судомъ въ самомъ Римѣ. Съ 242 года уже избирался второй для разбора дѣлъ между римскими гражданами и чужестранцами—praetor peregrinus; послѣ покоренія Сардиніи и Сициліи число преторовъ увеличилось до 4-хъ, при Суллѣ ихъ стало 8, а при Цезарѣ уже было 16.

Преторъ считался млашдимъ коллегой (collega minor) консула. Консулъ имѣлъ ius intercessionis противъ распоряженій претора, а этотъ послѣдній заступалъ консула, когда это было необходимо, въ сенатѣ и народномъ собраніи. И такъ какъ консулы обычно отсутствовали, то преторъ фактически всегда созывалъ сенатъ и народныя собранія и былъ ихъ постояннымъ предсѣдателемъ.

При вступленіи въ должность преторъ издавалъ эдиктъ, въ которомъ излагалъ принципы своей будущей дѣятельности, и такъ какъ преторы, главнымъ образомъ, занимались судопроизводствомъ, то въ своихъ эдиктахъ они часто разрабатывали важные вопросы права, и эдикты эти сыграли большую роль въ гражданскомъ правѣ Рима.

Преторы разбирали только гражданскія дѣла, и ни одно гражданское дѣло не могло дойти до суда, минуя претора. Истецъ приносилъ жалобу претору, а преторъ вызывалъ отвѣтчика, разбиралъ предметъ жалобы и затѣмъ назначалъ судью, который уже долженъ былъ дѣло рѣшить.

Но кромѣ примѣненія закона преторъ, въ силу принадлежавшаго ему imperium, выступалъ въ качествѣ блюстителя общественнаго порядка и налагалъ штрафы (multae dictio) или другія административныя взысканія, какъ залогъ въ обезпеченіе исполненія его приказанія (pignoris capio).

Внѣшними знаками отличія претора были также toga praetexta и sella curulis.

c) CENSORES.—ЦЕНЗОРЫ.

Въ 443 году тотчасъ послѣ учрежденія военныхъ трибуновъ съ консульской властью и допущенія къ этой должности плебеевъ, патриціи учредили исключительно для себя должность двухъ цензоровъ (censor), на которыхъ возложено было производство ценза и зачисленіе гражданъ въ классы и трибы. Но уже въ 350 году одинъ изъ цензоровъ былъ плебей, а въ 339 году по lex Publilia Philonis одинъ изъ цензоровъ непремѣнно долженъ былъ быть изъ плебеевъ.

Цензоры избирались на 5 лѣтъ, и въ этомъ отношеніи цензура единственное исключеніе изъ римскихъ магистратуръ. Цензоры не имѣли imperium, а только potestas, которая давалась имъ въ comitia centuriata въ видѣ lex centuriata de potestate censoria.

Главныя обязанности цензора были производство ценза, составленіе списковъ населенія, распредѣленіе гражданъ по трибамъ, классамъ, центуріямъ, зачисленіе во всадники и позднѣе составленіе списка сенаторовъ. Въ связи съ этимъ цензорамъ принадлежалъ надзоръ за нравами (regimen morum) и право дѣлать отмѣтки (nota censoria) о дурномъ поведеніи и даже налагать наказанія въ видѣ исключенія изъ сената (senatu movere), исключенія изъ сословія всадниковъ (equum adimere) и т. д.

Цензоры также участвовали въ финансовыхъ дѣлахъ Рима: они заключали контракты съ компаніями капиталистовъ, которые откупали подати съ провинцій, а также опредѣляли взаимныя условія при разнаго рода подрядахъ.

Высшій контроль надъ дѣятельностью цензоровъ находился въ рукахъ сената.

d) QUAESTORES. — КВЕСТОРЫ.

Должность квесторовъ была учреждена одновременно съ консулами въ помощь этимъ послѣднимъ. Сначала ихъ было 2, а съ 421 года число ихъ было увеличено до 4-хъ и на эту должность допущены были плебеи. Это была первая ординарная магистратура, сдѣлавшаяся доступной для плебеевъ.

Позднѣе квесторы стали избираться въ comitia tributa и главными ихъ функціями сдѣлались уголовный судъ и завѣдываніе государственной казной. Въ уголовныхъ преступленіяхъ квестры производили предварительное слѣдствіе, а разбиралъ дѣло и постановлялъ приговоръ консулъ. Когда же уголовный судъ отошелъ отъ консула къ народному собранію, квесторы также лишились своей судебной функціи и стали quaestores aerarii по преимуществу: они завѣдывали государственнымъ казначействомъ, вели приходо-расходныя книги и къ тому были блюстителями государственнаго архива, который находился въ томъ же храмѣ Сатурна, что и казначейство. Передъ квесторами совершалась присяга магистратовъ по избраніи ихъ на должность.

Съ теченіемъ времени число квесторовъ увеличилось до 8, затѣмъ до 20, а при Цезарѣ ихъ уже было 40. Часть квесторовъ оставалась въ Римѣ — quaestores urbani, другіе прикомандированы были къ консуламъ для наблюденія за ихъ расходами, нѣкоторые находились въ провинціяхъ при проконсулахъ и пропреторахъ, гдѣ также завѣдывали финансами, и, наконецъ, были квесторы, завѣдывавшіе пошлинами въ приморскихъ городахъ.

Квестура была первой ступенью къ высшимъ государственнымъ должностямъ въ Римѣ.

e) TRIBUNI PLEBIS.—НАРОДНЫЕ ТРИБУНЫ.

Доведенные бѣдственнымъ положеніемъ до крайняго раздраженія плебеи въ 494 году въ отвѣтъ на притѣсненія со стороны патриціевъ удалились ва Священную гору. Патриціи изъ опасенія лишиться значительной части населенія и войска вступили съ плебеями въ соглашеніе, въ результатѣ котораго были изданы leges sacratae, законы, поставленные подъ защиту боговъ. Согласно этимъ законамъ, плебеи получили право избирать изъ своей среды двухъ представителей, которые должны были ихъ защищать (auxilii latio) отъ распоряженій патриціанскихъ магистратовъ. Эти плебейскіе представители получили назва-

ніе народныхъ трибуновъ—tribuni plebis. Трибуны были sacrosancti, т. е. личность ихъ была неприкосновенна, и всякій могъ безнаказанно убить того, кто оскорбилъ трибуна. Народный трибунъ могъ привлечь къ суду всякаго не повинующагося ему магистрата. Онъ имѣлъ ius cum plebe agendi—право созывать плебейскія народныя собранія и предсѣдательствовать въ нихъ. Трибуны также участвовали въ сенатѣ, при чемъ сначала они только сидѣли у дверей сената, а затѣмъ стали полноправными членами его и пріобрѣли въ сенатѣ ius sententiae dicendae et ferendae. Такимъ образомъ первоначальная задача tribuni plebis, которая состояла въ auxilii latio adversus consularem potestatem (подача помощи противъ консульской власти) развилась въ общее veto, которымъ они могли лишить силы всякій законъ, направленный противъ плебеевъ. Со временемъ число ихъ увеличилось до 5 и, наконецъ, дошло до 10. На должность tribuni plebis могъ быть избранъ только плебей, а патрицій лишь по усыновленіи плебеемъ.

f) AEDILES.— ЭДИЛЫ.

Одновременно съ tribuni plebis на помощь имъ были учреждены два aediles plebei. Впослѣдствіи, вскорѣ послѣ допущенія плебеевъ къ консульству, патриціи учредили только для себя въ противовѣсъ плебейскимъ эдиламъ должность двухъ aediles curules. Позднѣе всѣ четыре эдила могли избираться какъ изъ патриціевъ, такъ изъ плебеевъ.

Первоначально aediles были только помощниками консуловъ, но уже тогда въ ихъ рукахъ преимущественно была полицейская власть.

По мѣрѣ разрастанія Рима прежній порядокъ, по которому каждый магистратъ завѣдывалъ полиціей постольку, поскольку она соприкасалась съ областью его управленія, становился неудобнымъ и недостаточнымъ для обезпеченія и поддержанія благоустройства и порядка въ городѣ. Поэтому вся полицейская власть со временемъ сосредоточилась въ рукахъ эдиловъ. На нихъ лежали: 1) cura urbis, заботы о порядкѣ и пожарныхъ мѣрахъ въ городѣ; 2) cura annonae, забота о снабженіи народа продовольствіемъ, надзоръ за торговлей, мѣрами и вѣсами; 3) cura ludorum, забота о народныхъ играхъ и развлеченіяхъ. Въ связи съ cura annonae и надзоромъ за торговлей къ эдиламъ перешла и iurisdictio, разборъ и рѣшеніе, по спорнымъ торговымъ дѣламъ.

g) DICTATOR.— ДИКТАТОРЪ.

Въ особо важные или критическіе моменты въ жизни государства сенатъ путемъ своего senatus consultum могъ дать консулу приказаніе назначить диктатора. Назначеніе это для придачи ему большей непререкаемости и религіозной санкціи утверждалось посредствомъ lex curiata de imperio.

Диктаторъ назначался не болѣе, чѣмъ на 6 мѣсяцевъ. Ему принадлежало summum imperium, и его распоряженія не могли быть отмѣнены ни посредствомъ intercessio со стороны другого магистрата, ни путемъ provocatio ad populum. Такой диктаторъ назывался dictator optima lege creatus, облеченный самыми широкими полномочіями, въ отличіе отъ другого вида диктатуры, возникшаго во второй половинѣ республики и называвшагося dictator imminuto iure, диктаторомъ съ ограниченными полномочіями· Этотъ послѣдній назначался для исполненія какого-нибудь одного государственнаго предпріятія, для снабженія народа хлѣбомъ во время голода, для устрой-

ства игръ и т. п.; онъ не имѣлъ *summum imperium*, и при немъ всѣ ординарные магистраты продолжали отправлять свои обязанности.

Внѣшнимъ отличіемъ диктаторской власти были 24 ликтора.

h) MAGISTER EQUITUM.—НАЧАЛЬНИКЪ КОННИЦЫ.

Такъ какъ диктаторъ былъ начальникомъ пѣшихъ войскъ, то для командованія всадниками онъ самъ назначалъ себѣ помощника, который назывался magister equitum consulari potestate. Magister equitum былъ также магистратомъ экстраординарнымъ и вмѣстѣ съ диктаторомъ, по минованіи надобности въ нихъ, слагалъ съ себя свое званіе.

i) ВТОРОСТЕПЕННЫЕ МАГИСТРАТЫ.

Кромѣ перечисленныхъ магистратовъ были въ Римѣ и другіе, игравшіе не столь важную роль. Всѣ они въ совокупности назывались viginti sex viri, двадцать шесть мужей, и образовывали нѣсколько коллегій. Изъ этихъ коллегій наиболѣе важной были tres viri capitales, или иначе tres viri nocturni, которые производили предварительное слѣдствіе въ уголовныхъ дѣлахъ, присутствовали при *совершеніи казней* (отсюда названіе capitales); и были помощниками эдиловъ по завѣдыванію пожарной полиціей *ночью* (отсюда названіе nocturni).

Другая изъ этихъ коллегій была tres viri monetales, слѣдившіе за чеканкой монетъ.

Была еще коллегія для наблюденія за исправностью дорогъ въ городѣ и внѣ его.

§ 4. МАГИСТРАТЫ ВЪ ПЕРІОДЪ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ ИМПЕРІИ.

Съ паденіемъ республики и установленіемъ императорской власти республиканскіе магистраты не были упразднены, а продолжали существовать на ряду съ императорскими чиновниками.

Августъ заново опредѣлилъ ordo magistratuum (порядокъ должностей) въ такомъ видѣ: квесторъ, эдилъ и народный трибунъ, преторъ, консулъ.

Консулы лишены были въ эту эпоху военнаго командованія, которое перешло къ императору, и были только предсѣдателями сената.

Преторы попрежнему оставались преимущественно судьями въ уголовныхъ и гражданскихъ дѣлахъ, хотя имъ изрѣдка поручались императоромъ спеціальныя дѣла, какъ, напримѣръ, устройство игръ.

Цензорская власть съ переходомъ составленія списковъ сенаторовъ и всадниковъ къ императорамъ соединилась съ императорской властью.

Квесторы въ Римѣ завѣдывали государственнымъ архивомъ, а въ провинціяхъ исполняли обязанности казначеевъ.

Эдилы только наблюдали за рынками, мѣрами и вѣсами и рѣшали торговыя тяжбы. Полицейская власть отъ нихъ перешла къ особому императорскому чиновнику praefectus urbi и къ его помощникамъ praefectus vigilum и praefectus annonae.

Глава IV. Управленіе внѣ Рима.

§ 1. CIVITATES LATINAE.—ЛАТИНСКІЯ ОБЩИНЫ.

Римъ въ своемъ ростѣ и распространеніи своего владычества прежде всего, конечно, столкнулся съ ближайшими къ нему общинами Лаціума и вскорѣ занялъ среди нихъ первенствующее положеніе. Гегемонія Рима въ союзѣ латинскихъ общинъ, очевидно, однако, тяжело ложилась на союзниковъ, ибо уже въ 510 году, вскорѣ послѣ изгнанія царей, онѣ всѣ возстали противъ Рима. По договору 493 года—foedus Cassianum—латинскія общины были признаны civitates, т. е. самостоятельными государствами, а жители ихъ въ гражданскомъ отношеніи обладали полной равноправностью и имѣли съ римлянами jus commercii. Отношеніе латинскихъ общинъ къ Риму выражалось въ томъ что онѣ—*во-первыхъ*—не могли безъ воли Рима заключить миръ съ другими государствами и *во-вторыхъ*—должны были поддерживать его войсками. Въ 340 году опять произошло возстаніе латинскихъ общинъ, послѣ котораго онѣ уже перестали существовать въ видѣ союза, а разъединенныя Римомъ, поставлены были въ положеніе civitates foederatae—союзныхъ государствъ, которыя подъ контролемъ и даже при участіи римскихъ магистратовъ сами завѣдывали своими внутренними дѣлами.

§ 2. COLONIAE LATINAE и ROMANAE.—ЛАТИНСКІЯ и РИМСКІЯ КОЛОНІИ.

Латинскія общины нерѣдко изъ своей среды выдѣляли колоніи, которыя становились самостоятельными членами латинскаго союза. Въ свою очередь, и Римъ, для созданія органической связи между покоренными странами и метрополіей, поселялъ въ нихъ римскихъ гражданъ и создавалъ такимъ образомъ римскія колоніи. Жители колоній, хотя и оставались cives Romani, но такъ какъ они жили за предѣлами Рима, то утрачивали свои политическія права и становились, такимъ образомъ, cives sine suffragio.

§ 3. ИТАЛІЙСКІЯ ОБЩИНЫ.

За предѣлами Лаціума, до покоренія Италіи, съ римской точки зрѣнія, жили враги—hostes, и отношеніе римлянъ къ нимъ выражалось въ войнѣ. Постепенно, однако, съ покореніемъ различныхъ италійскихъ общинъ, отношеніе Рима къ нимъ измѣнилось, и самое присоединеніе ихъ принимало различный характеръ.

Нѣкоторыя изъ покоренныхъ общинъ включались въ составъ римскаго государства со всѣми правами полноправныхъ римскихъ гражданъ; жители такихъ общинъ становились cives Romani cum suffragio (съ политическими правами) и заносились въ трибутскіе списки.

Другія общины политическихъ правъ не получали и даже платили подати—munus, отчего онѣ и стали называться municipia. Жители такихъ общинъ становились cives Romani sine suffragio.

Чаще всего съ покоренной общиной Римъ заключалъ договоръ—foedus, согласно которому ей предоставлялась внутренняя самостоятельность, но при этомъ жители не получали ни политическихъ, ни гражданскихъ правъ. Эти общины назывались civitates foederatae,

и жители ихъ, хотя уже не были для Рима hostes—врагами, а socii—союзники, приравнивались все же къ чужимъ, и въ смыслѣ правъ они считались peregrini—чужеземцами. Они тѣмъ не менѣе не были беззащитны въ Римѣ и даже не нуждались въ патронѣ изъ римлянъ для охраны своихъ интересовъ на римской территоріи: ихъ сношенія съ римлянами опредѣлялись особыми законами, составлявшими такъ называемое jus gentium—международное право, а тяжбы ихъ разбирались особымъ praetor peregrinus.

Въ началѣ перваго вѣка до Р. Хр. возникло общее возстаніе союзниковъ противъ Рима. Съ цѣлью подавить это возстаніе въ 90 году изданъ былъ lex Iulia, по которому союзники, оставшіеся вѣрными Риму, получили всѣ права римскихъ гражданъ. Въ слѣдующемъ году по lex Plautia Papiria право гражданства даровано было всѣмъ безъ исключенія общинамъ Италіи, и жители ихъ образовали новыя 8 трибъ. Въ 45 году былъ изданъ lex Iulia municipalis (законъ Юлія Цезаря объ управленіи), который опредѣлилъ государственное устройство всѣхъ этихъ общинъ. Каждая община имѣла свое народное собраніе, наподобіе римскаго, свой сенатъ—curia, члены котораго назывались decuriones, и своихъ магистратовъ въ лицѣ duumviri juri dicundo—двухъ лицъ для отправленія суда, и ихъ помощниковъ, эдиловъ, избиравшихся на годъ.

Вся италійская территорія съ этого времени стала называться solum Italicum—землей Италійской, въ отличіе отъ solum provinciale—земель, лежавшихъ за предѣлами Италіи.

§ 4. PROVINCIAE.—ПРОВИНЦІИ.

Завоеванныя страны внѣ Италіи назывались provinciae—провинціями. Съ римской точки зрѣнія завоеванная земля есть собственность Рима, и населеніе, хотя и оставалось на своихъ земляхъ, считалось какъ-бы арендаторами и принуждено было платить подати, тогда какъ территорія Италіи была отъ налоговъ свободна. Взглядъ Рима на чужія страны, какъ на вражескія, отразился и въ томъ, что завоеванная страна всегда находилась какъ бы въ состояніи военной оккупаціи: населеніе лишалось всѣхъ и всякихъ правъ, а управляли страной назначенные изъ Рима proconsul или propraetor. Присланному изъ Рима магистрату принадлежало: высшее управленіе провинціей, командованіе легіонами, расположенными въ ней, высшая полицейская власть и взысканіе податей. Какъ и всякій римскій магистратъ, правитель провинціи получалъ черезъ lex curiata—imperium, которое, однако, сообщало его власти особенную непререкаемость и силу. Такъ, власть его была абсолютна и на его распоряженія не было provocatio ad populum (обращенія къ народному собранію).

Проконсулами и пропреторами назначались обыкновенно лица, отбывшія срокъ консульства или претуры. Тотчасъ по завоеваніи какой-либо страны, консулъ, завоевавшій ее, вмѣстѣ съ нѣсколькими римскими сенаторами вырабатывали особое положеніе—lex provinciale—о характерѣ присоединенія этой страны и ея будущаго управленія. Ближайшій же порядокъ управленія устанавливался назначеннымъ правителемъ въ издаваемомъ имъ тотчасъ по прибытіи въ страну эдиктѣ—edictum provinciale. Помощниками проконсула или пропретора по управленію были легаты—legati pro praetore, которые посылались въ отдѣльныя части провинціи, при чемъ за ихъ дѣйствія отвѣтственны были сами проконсулы и пропреторы. По окончаніи срока ихъ полномочій проконсулы и пропреторы должны были явиться въ Римъ для представленія сенату отчета, при чемъ нерѣдко къ этому же времени изъ провинціи, присылались депутаты съ похвальными и

благодарственными адресами (laudationes) или же съ жалобами на даннаго правителя.

Въ періодъ республиканской имперіи провинціи дѣлились на сенатскія и императорскія. Первыя находились въ вѣдѣніи сената, который управлялъ ими черезъ имъ же назначенныхъ проконсуловъ и пропреторовъ. Вторыя управлялись лично императорами черезъ ихъ довѣренныхъ людей—legati caesaris pro praetore.

Глава V. Римское войско.

§ 1. ВОЕННОЕ ДѢЛО ВЪ ПЕРІОДЪ ЦАРЕЙ.

До реформы Сервія Туллія войско Рима составляли первоначальныя три римскія трибы: всего тогда было 3000 пѣхотинцевъ, по 1000 отъ каждой трибы, и кромѣ того 3 центуріи всадниковъ (equites).

Сущность реформы, приписываемой Сервію Туллію, состояла въ томъ, что каждый изъ образованныхъ пяти классовъ долженъ былъ выставить опредѣленное число центурій воиновъ: первый классъ—80 центурій, второй, третій и четвертый—по 20 центурій, а пятый классъ—30 центурій. Эти 170 центурій составляли римскую пѣхоту, при чемъ въ списки пѣхотинцевъ внесены были всѣ граждане этихъ пяти классовъ въ возрастѣ отъ 17 до 60 лѣтъ. Воины отъ 17 до 45 лѣтъ назывались iuniores; центуріи этихъ воиновъ, centuriae iuniorum, составляли дѣйствующую армію. Воины отъ 45 до 60 лѣтъ, такъ называемые seniores, centuriae seniorum, составляли резервъ и несли только гарнизонную службу. Centuriae seniorum и iuniorum въ каждомъ классѣ распредѣлялись поровну.

Кромѣ 170 центурій пѣхоты, въ составъ арміи отдѣльно входили 18 центурій всадниковъ, 2 центуріи fabri tignarii и ferrarii, 2 центуріи cornicines и tubicines и 1 центурія proletarii.

Жалованье солдатамъ платили особыя должностныя лица tribuni aerarii. Каждый всадникъ получалъ отъ государства лошадь, а содержалась государственная кавалерія на подати, которыя платили не-землевладѣльцы, aerarii, (aes equestre), и вдовы и сироты, viduae et orbi (aes hordearium).

§ 2. РИМСКОЕ ВОЙСКО ВЪ ЭПОХУ ЦЕЗАРЯ.

а) LEGIO.—ЛЕГІОНЪ.

Въ періодъ республики съ учрежденіемъ должностей двухъ консуловъ для каждаго изъ нихъ обыкновенно набирались по 2 легіона солдатъ изъ числа римскихъ гражданъ. Число легіоновъ съ теченіемъ времени увеличилось, и изъ нихъ составилось ядро римской арміи. Въ легіонѣ въ среднемъ было 6000 человѣкъ—milites legionarii. Всѣ legionarii были пѣхотинцами—pedites, а всѣ легіоны въ совокупности составляли римскую пѣхоту—peditatus.

Легіонъ дѣлился на 10 cohortes, каждая cohors на 3 manipuli, каждый manipulus на 2 centuriae.

Въ легіоны набирались iuniores, отъ 17 до 45 лѣтъ, которые ежегодно являлись для зачисленія въ легіонаріи (scribere exercitum, nomen dare) на campus Martius или на Capitolium. До пріема въ легіонъ солдаты назывались triones—рекруты, послѣ при-

сяги (sacramentum) они становились milites. По наступленіи предѣльнаго возраста воины получали отставку и назывались evocati, но могли по желанію остаться на сверхсрочной службѣ и тогда получали названіе veterani. Надо однако, замѣтить, что участіе въ 20 походахъ давало пѣхотинцу право на отставку ранѣе предѣльнаго возраста.

Первоначально легіоны составлялись исключительно изъ римскихъ гражданъ. Позднѣе туда получили доступъ италійскіе союзники, а Цезарь набиралъ легіоны даже въ провинціяхъ.

Легіонарій получалъ жалованье, stipendium, 10 ассовъ въ день, и самъ долженъ былъ содержать себя.

b) EQUITATUS.—КОННИЦА.

Всадники—equites—стояли отдѣльно отъ легіоновъ и при каждомъ легіонѣ образовали особый корпусъ въ 300—400 человѣкъ, называвшійся ala. Ala дѣлилась на 10 turmae, turma на 3 decuriae.

Equites были первоначально особымъ сословіемъ, но впослѣдствіи конница изъ римлянъ была замѣнена союзной кавалеріей.

c) AUXILIA.—ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЯ ВОЙСКА.

Союзники, socii, а также покоренныя провинціи, ежегодно выставляли опредѣленное количество вспомогательныхъ войскъ—auxilia, которыя по роду оружія были funditores—пращники, sagittarii—стрѣлки, и всадники. Они или составляли резервъ или же примыкали съ фланговъ къ легіонамъ.

d) Въ составъ римской арміи входили еще:

fabri, саперы и мастера, разбивавшіе лагерь, строившіе мосты, исправлявшіе оружіе и устанавливавшіе тяжелыя орудія;

calones—обозные, завѣдывавшіе военнымъ обозомъ и багажемъ;

tubicines, cornicines—трубачи и музыканты.

e) НАЧАЛЬНИКИ.

Главными начальниками войска были консулы, а иногда и преторы. Главный начальникъ арміи—dux—послѣ побѣдоносной войны награждался титуломъ imperator. Подъ властью полководца состояли:

legatus—ближайшій помощникъ его, стоявшій во главѣ легіона или цѣлой части войска;

tribuni militum—по 6 въ каждомъ легіонѣ, назначавшіеся или самимъ полководцемъ или въ comitia tributa и завѣдывавшіе внутреннимъ управленіемъ легіона;

quaestor—завѣдывавшій финансовой и хозяйственной частями.

Во главѣ конницы стояли praefecti equitum, а рабочими и обозными командами завѣдывалъ praefectus fabrum.

Это были высшіе офицеры римской арміи, вербовавшіеся изъ сенатскаго и всадническаго сословій и никогда не служившіе рядовыми.

Изъ числа простыхъ солдатъ полководецъ назначалъ centuriones—унтеръ-офицеровъ, по 60 въ каждомъ легіонѣ, такъ что въ каждомъ manipulus ихъ было по 2—старшій, prior, и младшій, posterior. Centuriones никогда не получали офицерскихъ чиновъ, и повышеніе ихъ выражалось въ перемѣщеніи въ болѣе почетныя центуріи. За centuriones слѣдовали subcenturiones, затѣмъ decani—десятскіе и signiferi—знаменоносцы.

f) ARMA и TELA.—ВООРУЖЕНІЕ.

Milites legionarii были milites gravis armaturae, т. е. тяжело-вооруженные. Auxilia же, вспомогательныя войска, набиравшіяся въ провинціяхъ или выставлявшіяся союзниками, по своему вооруженію считались milites levis armaturae — легко-вооруженными.

Вооруженіе римскаго воина состояло изъ arma—оружія оборонительнаго и tela—наступательнаго. Въ качествѣ arma служили: cassis—мѣдный шлемъ или galea—шлемъ кожаный; scutum—четырехугольный выпуклый деревянный щитъ, обтянутый кожей, съ шишкой изъ жести посрединѣ; lorica—ременный панцырь и ocreae—поножи, которыя носили на правой ногѣ. Tela были: gladius—обоюдоострый мечъ, висѣвшій на перевязи черезъ лѣвое плечо; pilum—тяжелое метательное копье съ деревяннымъ древкомъ и длиннымъ желѣзнымъ наконечникомъ; hasta—болѣе длинное и болѣе легкое копье. Milites gravis armaturae обыкновенно выстраивались по манипуламъ (manipulatim) въ три ряда: первый манипулъ вооруженъ былъ короткими копьями—pila, почему солдаты этого манипула назывались pilani (или triarii), самый манипулъ—ordo pilanorum, или просто pilus; солдаты второго манипула, тоже вооруженные pila, назывались principes; третій манипулъ имѣлъ hastae, отчего солдаты этого манипула назывались hastati.

Milites levis armaturae имѣли gladius, hasta и parma, круглый, легкій щитъ. Къ легко-вооруженнымъ относились: funditores-пращники, бросавшіе камни или свинцовыя пули посредствомъ funda, sagittarii—стрѣлки и iaculatores, вооруженные легкими дротиками (iacula).

g) ОДЕЖДА и БАГАЖЪ.

Одежду воина составляли: tunica—рубаха безъ рукавовъ, и sagum, или sagulum—плащъ до колѣнъ, надѣвавшійся на tunica. Плащъ полководца назывался paludamentum.

Багажъ каждаго солдата—sarcina—составляли хлѣбъ, посуда, лопата и топоръ.

Во время похода багажъ прикрѣплялся къ колу, и воинъ несъ его на правомъ плечѣ; въ лѣвой рукѣ онъ держалъ pilum и на лѣвой же рукѣ укрѣпленъ былъ щитъ; шлемъ висѣлъ на груди или на спинѣ.

Весь остальной багажъ — impedimenta, commeatus— ручныя мельницы, палатки, военныя орудія и запасное оружіе—везли вьючныя животныя, iumenta, подъ присмотромъ calones.

h) CASTRA.—ЛАГЕРЬ.

Лагерь былъ или постоянный, въ которомъ войско оставалось болѣе или менѣе продолжительное время, или временный и случайный, разбивавшійся каждую ночь.

Постоянный лагерь—castra stativa—былъ или зимній, castra hiberna, или лѣтній—castra aestiva. Въ качествѣ таковыхъ выбирались тѣ или иные города и вообще укрѣпленные пункты.

Временный лагерь во время похода разбивался на выбранномъ военными трибунами мѣстѣ, часто на склонѣ холма, и по возможности вблизи воды и лѣса.

Обыкновенно лагерь имѣлъ четырехугольную форму, окружался полисадомъ, изгородью изъ кольевъ (vallum), рвомъ (fossa) и насыпью (agger). Въ лагерѣ устраивались проходы для сообщенія (viae)

и ворота (porta). Большую часть лагеря занимали milites legionarii—въ серединѣ и socii съ auxilia—по сторонамъ. Въ меньшей части располагалась cohors praetoria—гвардія полководца и praetorium—главная квартира. Лѣтомъ солдаты жили въ палаткахъ (tentoria), а зимой либо въ баракахъ, либо въ тѣхъ же палаткахъ, прикрытыхъ шкурами. У воротъ и по валу разставлялись пикеты, stationes, и стража, называвшаяся днемъ custodiae, а ночью—vigiliae.

і) ОСАДНЫЯ ОРУДІЯ.

При осадѣ (oppugnatio) воины подходили къ стѣнѣ густо сомкнутыми рядами, держа щиты надъ головами и образуя такимъ образомъ изъ щитовъ прикрытіе, которое называлось testudo. Въ качествѣ прикрытія употреблялись также vineae—особые деревянные навѣсы, крытые сверху и съ боковъ, и plutei—большіе щиты, передвигавшіеся осаждающими на колесахъ. Для штурмованія стѣнъ употреблялись scalae—лѣстницы. Однимъ изъ наиболѣе употребительныхъ осадныхъ приспособленій были turres—деревянныя башни въ нѣсколько этажей, которыя на колесахъ или на бревнахъ подводились къ стѣнамъ. Въ верхнихъ этажахъ этихъ башенъ устанавливались тяжелыя орудія, tormenta, которыми бросали на защитниковъ стѣнъ камни и горючія вещества. Изъ такихъ орудій наиболѣе замѣчательны ballistae, метавшія камни по кривой, и catapultae, метавшія стрѣлы въ горизонтальномъ направленіи. Въ нижнемъ этажѣ башни помѣщался aries, таранъ, стѣнобитное орудіе, состоявшее изъ толстаго бревна съ желѣзнымъ наконечникомъ, имѣвшимъ видъ бараньей головы. Въ среднемъ этажѣ башни, на уровнѣ стѣны, находился мостъ, по которому воины спускались на стѣну для того, чтобы вступить въ рукопашный бой съ непріятелемъ.

§ 3. CLASSIS. — ФЛОТЪ.

Военныя суда были длинныя — naves longae — и приводились въ движен е помощью веселъ, расположенныхъ рядами, одинъ выше другого. По числу рядовъ веселъ naves были moneres — съ однимъ рядомъ на каждой сторонѣ судна, biremes — съ двумя рядами, triremes — съ тремя, quadriremes — съ четырьмя и quinqueremes — съ пятью рядами. Чѣмъ рядъ былъ выше, тѣмъ весла были длиннѣе.

Составныя части военнаго корабля были:

carina — киль изъ нѣсколькихъ скрѣпленныхъ балокъ;

tabulatum — палуба;

latera — борты, обшитые досками;

alveus — трюмъ, подъ палубой;

prora — носъ, къ которому придѣлывался rostrum — желѣзный клювъ, или таранъ, для пробиванія вражескихъ судовъ;

puppis — корма, на которой находился руль — gubernaculum;

armamenta — корабельныя снасти: malus — мачта, vela - паруса, rudentes — канаты;

ancora — якорь, спускавшійся на канатахъ;

harpagones, corvi — абордажные крючья, съ помощью которыхъ римляне сцѣплялись съ непріятельскимъ судномъ и перебрасывали на бортъ мосты для рукопашнаго боя.

Суда грузовыя назывались: naves onerariae.

Суда вѣстовыя назывались: celoces.

Флотскій экипажъ составляли:

remiges — гребцы, преимущественно изъ рабовъ;

nautae - матросы, набиравшіеся изъ вольноотпущенниковъ, пролетаріевъ и союзниковъ (socii navales), и

classiarii — флотскіе солдаты, набиравшіеся изъ вольноотпущенниковъ и пролетаріевъ.

Во главѣ флота стояли консулы или особые легаты. Начальникъ флота назывался dux classis, praefectus classis. Во главѣ каждаго корабля стоялъ praefectus navis.

Глава VI. Римскій календарь.

Римскій календарь до Юлія Цезаря не отличался ни постоянствомъ, ни точностью. Въ самое древнее время годъ состоялъ изъ 10 мѣсяцевъ и 364 дней—это былъ такъ называемый Ромуловъ годъ. Затѣмъ введенъ былъ лунный годъ, состоявшій изъ 12 мѣсяцевъ и 355 дней, при чемъ каждый второй и четвертый годъ дополнялся мѣсяцемъ въ 22 или 23 дня, который назывался mensis intercalaris.

Въ 45 году Гай Юлій Цезарь вмѣстѣ съ александрійскимъ математикомъ Сосигеномъ упорядочилъ римскій календарь, принявъ за основаніе египетскій солнечный годъ, и установилъ четырехгодичный циклъ: первые три года считались по 365 дней, а четвертый былъ високосный и имѣлъ 366 дней.

Названія мѣсяцевъ установлены были тѣ же, что существуютъ и нынѣ, съ той лишь разницей, что первоначально первымъ мѣсяцемъ считался мартъ (Martius) и что іюль раньше назывался Quinctilis и сталъ называться Iulius, въ честь Юлія Цезаря, позднѣе, при императорахъ; также и августъ раньше назывался Sextilis и лишь позднѣе въ честь Августа названъ былъ Augustus.

Числа мѣсяца опредѣлялись слѣдующимъ образомъ. Первое число каждаго мѣсяца носило названіе Kalendae. *Седьмой день* въ мартѣ, маѣ, іюлѣ и октябрѣ и *пятый день* въ прочихъ мѣсяцахъ назывался Nonae. 15-ое число марта, мая, іюля и октября и 13-ое число прочихъ мѣсяцевъ называлось Idus. На основаніи этихъ трехъ сроковъ, Kalendae, Nonae и Idus, опредѣлялись остальныя числа мѣсяца обратнымъ счетомъ и при посредствѣ словъ pridie и ante diem. Такъ, напримѣръ, 31 декабря опредѣлялось: pridie Kalendas Ianuarias, т. е. наканунѣ дня январскихъ календъ; 3-ье января обозначалось: ante diem tertium Nonas Ianuarias, т. е. третій день до январьскихъ nonae, до 5-го января—очевидно, въ счетъ дней идетъ и самый день nonae; 2-ое марта обозначалось: ante diem sextum Nonas Martias, т. е. шестой день до мартовскихъ nonae (ибо nonae въ мартѣ были 7-го числа и кромѣ того въ счетъ идетъ и самый день nonae: 7—2=5, 5+1=6); 10-ое февраля обозначалось: ante diem quartum Idus Februarias, т. е. четвертый день до февральскихъ идъ (ибо Idus были 13-го числа и кромѣ того въ счетъ идетъ и день идъ); 12-ое марта обозначалось: ante diem quartum Idus Martias, т. е. четвертый день до мартовскихъ идъ (ибо Idus были 15-го да самый день идъ); 18-ое января обозначалось: ante diem quintum decimum Kalendas Februarias (ибо до конца мѣсяца 14 дней да еще день февральскихъ календъ).

Итакъ, словомъ pridie съ accusativus каждаго изъ трехъ сроковъ обозначались кануны каждаго изъ нихъ. Остальныя числа мѣсяца обозначались словами ante diem съ accusativus ближайшаго срока и со включеніемъ въ число самаго дня срока.

Дни раздѣлялись на dies fasti—присутственные, въ которые могли происходить засѣданія суда и народныя собранія (dies comitiales) и dies nefasti—неприсутственные. Dies fasti назывались

dies profesti—будни, а dies nefasti были dies festi—праздничные дни.

Римская недѣля состояла изъ восьми дней, ибо въ разсчетъ принимался и начальный день ея. День отъ восхода солнца до захода имѣлъ 12 часовъ; ночь дѣлилась на 4 vigiliae, каждая по 3 часа. Время опредѣлялось по солнечнымъ часамъ (horlogia solaria) или по водянымъ (clepsydra).

Глава VII. Религія.

§ 1. ХАРАКТЕРЪ РИМСКОЙ РЕЛИГІИ.

Какъ и всѣ народы древности, римляне въ самый раннiй періодъ своей исторіи поклонялись стихіямъ природы. Въ дальнѣйшемъ, съ развитіемъ общественнаго и государственнаго быта и усложненіемъ взаимоотношеній между отдѣльными личностями, семьей и государствомъ, и благодаря наклонности обоготворять нравственныя понятія и человѣческія чувства, римляне своимъ воображеніемъ создали рядъ отвлеченныхъ божествъ-покровителей человѣка, семьи и государства. Послѣднимъ факторомъ, довершившимъ образованіе религіознаго міросозерцанія и закончившимъ систему божествъ и культовъ Рима, были сношенія съ другими народами древняго міра и, въ частности — съ Греціей, отъ которой римляне заимствовали много божествъ и культовъ и божествамъ которой впослѣдствіи уподоблялись и съ ними отождествлялись національные римскіе боги.

Хотя религія римлянъ была весьма близка по общему духу къ религіи грековъ, тѣмъ не менѣе между той и другой имѣется существенное различіе. Въ то время, какъ греки представляли себѣ своихъ боговъ въ видѣ пластическихъ и индивидуальныхъ образовъ, чѣмъ-то въ родѣ обожествленныхъ людей, людей-совершенствъ, — римляне придавали своимъ божествамъ характеръ отвлеченныхъ идей, божественной силой своей наполняющихъ всю природу и руководящихъ дѣлами и душами людей.

§ 2. ГЛАВНѢЙШІЯ БОЖЕСТВА.

Боги — dei, или dii — дѣлились на небожителей (dii superi, caelestes), обитавшихъ на небѣ и управлявшихъ свѣтомъ, боговъ земли и водъ (dii terrestres) и боговъ преисподней и смерти (dii inferi).

a) DII SUPERI. — БОГИ-НЕБОЖИТЕЛИ.

Iuppiter — Юпитеръ — считался высшимъ божествомъ, властителемъ вселенной, верховнымъ богомъ небесъ, отцомъ боговъ и царемъ людей. Онъ назывался всеблагимъ и всемогущимъ (Iuppiter Optimus Maximus), отъ него исходитъ дневной свѣтъ (Iuppiter Diespiter), онъ метаетъ съ неба громовыя стрѣлы и перуны (Iuppiter fulminator — громовержецъ), онъ заступникъ и спаситель (Iuppiter Stator), даруетъ побѣды и ниспосылаетъ благословеніе на людей, войска и поля.

Впослѣдствіи Юпитеръ отождествлялся съ греческимъ Зевсомъ.

Iuno — Юнона — супруга и сестра Юпитера (Iovis soror et coniux), верховная покровительница и защитница Рима, заступница женщинъ и дѣвушекъ и хранительница семейнаго счастья.

Minerva — Минерва — дочь Юпитера, богиня *мудрости* и *изобрѣ-*

теній, впослѣдствіи отождествлявшаяся съ греческой Аѳиной-Палладой.

Ianus — Янусъ — древнеиталійскій богъ солнца, утромъ открывавшій и вечеромъ закрывавшій врата неба, ставшій впослѣдствіи богомъ всякаго *начала*, всякихъ *входовъ* и *выходовъ*. Онъ назывался двуглавымъ (biceps), двуликимъ (bifrons), такъ какъ смотрѣлъ и на западъ и на востокъ, и такія двуликія изображенія его помѣщались на римскихъ монетахъ ассахъ.

Diana — Діана — дочь Юпитера и Латоны, богиня *луны*, растительной *жизни въ природѣ* и *охоты*, изображавшаяся въ видѣ статной и сильной дѣвушки-охотницы, то вмѣстѣ съ нимфами охотящейся въ лѣсахъ на звѣрей, то устраивающей съ нимфами веселые хороводы.

Apollo — Аполлонъ — сынъ Юпитера и Латоны, братъ Діаны, богъ, заимствованный отъ грековъ, верховный *блюститель блага* и *порядка*, поражающій ослушниковъ воли Юпитера стрѣлами и болѣзнями и дарующій исполнителямъ ея исцѣленіе отъ всякихъ недуговъ. Онъ также считался богомъ оракуловъ и предсказаній, поэзіи, музыки и пѣнія.

в) DII TERRESTRES. — БОГИ ЗЕМЛИ И ВОДЪ

Saturnus — Сатурнъ — древнеиталійскій богъ *земли*, *посѣвовъ* и *жатвы*, изгнанный изъ небесъ и поселившійся въ Италіи, которой онъ правилъ во время золотого вѣка, отчего италійцы иначе назывались Saturnia gens — народомъ Сатурна. Онъ считался богомъ довольства и благосостоянія и назывался falcifer — серпоносецъ. Супруга его называлась Ops.

Mars или Mavors — Марсъ — древнеиталійскій богъ *весны* и *земледѣлія*, а затѣмъ—богъ *войны*, отецъ Ромула и Рема и родоначальникъ римлянъ. Онъ назывался Mars Gradivus — выступающій, и изображался съ копьемъ и щитомъ, упавшимъ, по преданію, съ неба и хранившимся въ его храмѣ.

Faunus — Фавнъ — древнеиталійскій богъ *лѣсовъ* и *горъ*, защитникъ стадъ отъ волковъ, почему онъ назывался Lupercus. Фавна обычно окружали подчиненные ему фавны, которые представлялись въ видѣ шаловливыхъ существъ, любившихъ дразнить и наводить страхъ на людей въ лѣсахъ по ночамъ, ради забавы.

Silvanus — древнеиталійскій богъ лѣсовъ и луговъ.

Liber — богъ винодѣлія, впослѣдствіи отождествленный съ греческимъ Вакхомъ или Діонисомъ.

Ceres — Церера — богиня *земледѣлія* и хлѣба, мать Прозерпины, изображавшаяся сидящей на тронѣ, съ вѣнкомъ изъ колосьевъ на головѣ, съ пучкомъ колосьевъ въ одной рукѣ и съ факеломъ въ другой.

Venus — Венера — отождествлявшаяся съ греческой Афродитой, богиня *весны, любви* и *красоты*, мать Энея, родоначальника дома Юліевъ и римскаго народа.

Amor — Амуръ или Cupido — Купидонъ, сынъ Венеры, изображавшійся въ видѣ крылатаго мальчика съ лукомъ въ рукѣ и колчаномъ за плечами.

Maia — богиня *произрастанія*, мать Меркурія и супруга Вулкана.

Mercurius — Меркурій — отождествлявшійся съ греческимъ Гермесомъ, богъ торговли, промысловъ и барыша, глашатай и посланникъ боговъ.

Volcanus — Вулканъ — богъ огня и покровитель кузнецовъ, отождествлявшiйся съ греческимъ Гефестомъ и называвшiйся поэтами Mulciber — размягчающiй желѣзо.

Genius — Генiй — божество-хранитель человѣка въ продолженiе всей его жизни.

Parcae — Парки — богини судьбы.

Vesta — богиня семейной жизни и домашняго очага, въ храмѣ которой горѣлъ вѣчный огонь, поддерживаемый жрицами-весталками.

Hymen, Hymenaeus — Гименей — богъ свадьбы, состоявшiй въ свитѣ Венеры

Lares — боги-покровители *дома*, а также улицъ и дорогъ; это были превращенные въ добрые духи, души умершихъ, которые заботились объ оставшихся въ живыхъ родственникахъ; каждый домъ имѣлъ своего Лара, изображенiя котораго стояло въ особомъ шкафу около очага Весты.

Penates—Пенаты—домашнiе боги-покровители, хранители семьи и потомства, изображенiе которыхъ стояли въ томъ же шкафу, гдѣ и Ларъ.

Neptunus — Нептунъ — богъ и повелитель морей, отождествлявшiйся съ греческимъ Поссейдономъ и изображавшiйся съ трезубцемъ (tridens); онъ также почитался какъ покровитель коней и конскихъ ристалищъ.

c) DII INFERI. — БОГИ ПРЕИСПОДНЕЙ.

Pluto или Dis (сокращ. dives — богатый) Pater — Плутонъ — главный богъ подземнаго царства, богъ разрушенiя и смерти. Супруга его — Прозерпина, похищенная имъ дочь Цереры.

Manes — души умершихъ, считавшiяся высшими существами, живущими въ подземномъ мiрѣ и являющимися въ опредѣленное время на землю.

Libitina — богиня смерти.

§ 3. СВЯТИЛИЩА.

Мѣстами отправленiя богослуженiя въ Римѣ были храмы, которые сначала строились изъ дерева, позднѣе изъ кирпича и камня, а въ самое послѣднее время изъ мрамора.

Въ храмѣ обыкновенно находились два жертвенныхъ алтаря: ara—возвышенiе изъ камней для безкровныхъ жертвъ и altaria—жертвенникъ со ступенями для сожиганiя животныхъ, помѣщавшiйся передъ храмомъ.

Важнѣйшимъ святилищемъ Юпитера былъ Капитолiйскiй храмъ, въ которомъ также находились изображенiя Юноны и Минервы. Святилищемъ Януса былъ небольшой храмъ, въ видѣ древнихъ городскихъ воротъ, въ сѣверной части Форума, съ изображенiемъ двуликаго Януса; храмъ этотъ открывался только во время войны для молитвы о ниспосланiи мира. Храмъ Сатурна находился у подошвы Капитолiйскаго холма. На Капитолiйскомъ же холмѣ въ 217 г. до Р. Хр. былъ построенъ храмъ въ честь Венеры, или Афродиты Небесной. Главнымъ святилищемъ Весты былъ храмъ въ юго-восточной части Форума; храмъ этотъ доступенъ былъ для всѣхъ до священнаго мѣста, гдѣ стояло древнее изображенiе Паллады и куда доступъ имѣли только верховный жрецъ и весталки. При Августѣ воздвигнутъ былъ на Палатинскомъ холмѣ храмъ Аполлону.

Кромѣ храмовъ, въ качествѣ святилища, слѣдуетъ отмѣтить отверстіе на Форумѣ, которое считалось входомъ въ подземное царство Плутона и открывалось три раза въ году.

§ 4. БОГОСЛУЖЕНІЕ.

Римское богослуженіе состояло изъ молитвъ и жертвоприношеній.

Молитвы (preces, precatio) были большей частью краткія, и въ случаяхъ общественныхъ молебствій сопровождались нерѣдко колѣнопреклоненіемъ (supplicationes).

Жертвоприношеніе (sacrificium) составляло главную часть богослуженія. Жертвы были безкровныя—изъ первыхъ полевыхъ плодовъ, кушаній, возліяній, и кровныя—изъ мелкаго скота (hostia) и крупнаго (victimae), преимущественно же приносились въ жертву быки, овцы и свиньи. Жертвенное животное не должно было имѣть никакихъ недостатковъ и не быть подъ ярмомъ, при чемъ богамъ приносились въ жертву самцы, богинямъ—самки.

Обрядъ жертвоприношенія былъ таковъ.

Прежде, нежели приступить къ нему, необходимо было омыть все тѣло и облачиться въ бѣлую одежду. Приносившій жертву подходилъ затѣмъ къ жертвеннику, а служитель подводилъ жертву, украшенную лентами, вѣнками и повязками, къ алтарю. Жрецъ, отрѣзавъ пучокъ волосъ на лбу животнаго и бросивъ его въ огонь, посыпалъ затѣмъ лобъ мукою съ солью (mola salsa), и этимъ заканчивался обрядъ освященія жертвы, послѣ чего уже служитель убивалъ ее.

Въ качествѣ религіозныхъ обрядовъ древняго Рима слѣдуетъ упомянуть еще разныя общественныя празднества и игры въ честь различныхъ боговъ. Такъ, въ честь Юпитера консулами устраивались Feriae Latinae—передъ отправленіемъ на войну и ludi Romani и Capitolini; въ честь Юноны учреждено было празднество matronalia, когда всѣ римскія женщины приносили ей жертвы; въ честь Фавна устраивалось Faunalia и Lupercalia—праздники пастуховъ и земледѣльцевъ, съ жертвоприношеніями и пирушками; въ честь Либера—Liberalia, во время которыхъ юноши получали togam virilem, т. е. тогу взрослаго, и т. д.

§ 5. SACERDOTES.—ЖРЕЦЫ.

Завѣдываніе богослуженіемъ, а также общій надзоръ за точнымъ исполненіемъ обрядовъ и предписаній религіи, находились въ Римѣ въ рукахъ *жрецовъ*. Должность жреца (sacerdotium) могъ занимать всякій свободнорожденный гражданинъ безъ тѣлесныхъ недостатковъ и непорочнаго поведенія. Однако, высшія жреческія должности въ первый періодъ римской республики замѣщались исключительно патриціями, и лишь позднѣе плебеи получили доступъ къ жреческимъ должностямъ.

Жрецы составляли цѣлыя общества, collegia—коллегіи и sodalitates—товарищества. Назначались они въ древнее время царями, а въ періодъ республики—верховнымъ жрецомъ, или же избирались самими коллегіями.

Pontifices — понтифики — были высшей жреческой коллегіей, состоявшей изъ 15 членовъ съ pontifex maximus—верховнымъ жрецомъ во главѣ.

Понтифики наблюдали за исполненіемъ религіозныхъ обрядовъ, совершали богослуженія и жертвоприношенія, вели календарь, и такъ называемую, великую лѣтопись—Annales maximi, составляли списки должностныхъ лицъ (консуловъ).

Понтифики носили togam praetextam—тогу съ пурпурной каймой, и высокую шапку—apex.

Присутсвеннымъ мѣстомъ коллегіи понтификовъ былъ regia— древній царскій дворецъ на Форумѣ.

Rex sacrorum—была жреческая должность, соотвѣтствовавшая религіознымъ функціямъ царя въ древнѣйшее время, замѣщавшаяся всегда патриціемъ и подчиненная верховному жрецу коллегіи понтификовъ.

Flamines—фламины—были отдѣльные жрецы отдѣльныхъ божествъ. Такъ, были: flamen Dialis—жрецъ Юпитера, flamen Martialis—жрецъ Марса, flamen Quirinalis—жрецъ Квирина, т. е. культа Ромула, обоготвореннаго послѣ смерти, и 12 другихъ, младшихъ (minores) фламиновъ. Главныя обязанности фламиновъ были ежедневныя жертвоприношенія. Первое мѣсто между фламинами занималъ flamen Dialis, который и пользовался особыми знаками отличія: toga praetexta, sella curulis и lictor.

Vestales—весталки—6 жрицъ богини Весты, которыя избирались верховнымъ жрецомъ изъ дѣвочекъ знатныхъ и извѣстныхъ своей нравственностью семействъ, въ возрастѣ 6—10 лѣтъ. Онѣ оставались въ его подчиненіи и на своихъ должностяхъ въ теченіе 30-ти лѣтъ; по истеченіи этого срока, онѣ могли вернуться въ частную жизнь и выйти замужъ.

Весталки день и ночь охраняли неугасимый огонь въ храмѣ Весты и другія святыни храма, приносили жертвы и возносили ежедневно молитвы за благосостояніе народа. Онѣ за малѣйшую небрежность подвергались суровымъ карамъ, но зато пользовались многими преимуществами; такъ, ихъ особа считалась неприкосновенной и, если онѣ случайно встрѣчались съ преступникомъ, ведомымъ на казнь, его освобождали отъ наказанія.

Жили весталки въ atrium Vestae, рядомъ съ храмомъ Весты, на Форумѣ.

Augures—авгуры—жреческая коллегія, главной обязанностью которой было наблюденіе за знаменіями и предвѣстниками успѣха или неудачи во всѣхъ общественныхъ и государственныхъ дѣлахъ, т. е. auguria, или auspicia. Ни богослуженій, ни жертвоприношеній авгуры не совершали, а занимались только гаданьями по небеснымъ явленіямъ и полету птицъ для опредѣленія воли боговъ въ томъ или иномъ дѣлѣ.

Небесныя знаменья—auspicia caelestia—были главнымъ образомъ громъ и молнія; знаменья по полету птицъ—signa ex avibus— были вообще порядокъ ихъ появленія, ихъ число, крикъ и т. п.

Если знаменье истолковывалось авгуромъ въ благопріятномъ смыслѣ, дѣлу давался ходъ, если же въ неблагопріятномъ, то дѣло откладывалось, отсрочивалось или вовсе отмѣнялось.

Дѣятельность авгуровъ въ качествѣ гадателей сдѣлала ихъ вліятельной коллегіей, отъ замѣчаній которой зависѣли нерѣдко весьма важные вопросы, какъ выступленіе въ походъ, созывъ народнаго собранія, назначеніе выборовъ магистратовъ и т. п.

Въ первое время авгуровъ всего было 3, а позднѣе число ихъ увеличилось до 15.

Fetiales—феціалы—жреческая коллегія изъ 20 лицъ, совершавшихъ религіозные обряды при объявленіи войны и заключеніи мира.

Передъ тѣмъ, какъ объявить какому-либо народу войну, Римъ отправлялъ къ нему феціала для потребованія удовлетворенія (res repetere). Въ случаѣ если народъ этотъ въ удовлетвореніи отказывалъ феціалъ совершалъ обрядъ объявленія войны, бросивъ въ присутствіи свидѣтелей окровавленное копье за непріятельскую границу.

Впослѣдствіи, когда государство разрослось и этотъ обрядъ сталъ неудобнымъ, объявленіе войны совершалось въ Римѣ символически, подлѣ храма Беллоны.

При заключеніи мирнаго договора, послѣ прочтенія его текста, феціалъ приносилъ въ жертву Юпитеру свинью.

Старшій изъ феціаловъ носилъ названіе pater patratus.

Sacerdotes Sibyllini—коллегія изъ 15-ти жрецовъ, хранившихъ такъ называемыя *сивиллины книги* прорицаній и указывавшихъ по нимъ, въ особо тяжелые моменты для государства, способъ умилостивленія боговъ. Коллегія этихъ жрецовъ иначе называлась quindecimviri sacris faciundis (15 мужей-совершителей священнодѣйствій).

Fratres Arvales—коллегія изъ 12 жрецовъ, ежегодно совершавшихъ жертвоприношенія богинѣ земли и плодородія.

Salii Gradivi, или Palatini—коллегія изъ 12-ти жрецовъ Марса при его храмѣ на Палатинскомъ холмѣ, хранившихъ щитъ Марса и совершавшихъ ежегодно торжественныя шествія по городу съ пѣньемъ carmen Saliare въ честь Марса.

Luperci—жрецы Фавна, или Люперка, совершавшіе религіозные обряды во время празднества Люперкалій.

Curiones—куріоны, жрецы курій, во главѣ съ curio maximus—верховнымъ куріономъ.

Глава VIII. Частная жизнь.

§ 1. РИМСКІЙ ДОМЪ.

Особеннымъ изяществомъ постройки и богатствомъ внутренняго убранства римскіе дома стали отличаться послѣ второй пунической войны.

Вотъ описаніе богатаго римскаго дома этого періода.

Передъ домомъ съ улицы находилось свободное мѣсто или площадка—vestibulum—преддверіе.

Отсюда черезъ дверь—ianua—входили въ переднюю—ostium, входъ въ которую охранялся особымъ рабомъ, называвшимся ianitor, или ostiarius.

За передней слѣдовала пріемная зала—atrium, главная часть римскаго дома. Въ потолкѣ атріума имѣлось четыреугольное отверстіе для свѣта—compluvium, а въ полу противъ этого отверстія имѣлось углубленіе для стока дождевой воды съ крыши черезъ compluvium; углубленіе это называлось impluvium.

Въ атріумѣ первоначально стояли: lectus genialis—постель хозяевъ, focus—домашній очагъ, Lares и Penates—домашніе боги и еще imagines maiorum—восковыя изображенія предковъ. Позднѣе для боговъ устраивалась особая божница—sacrarium, а очагъ былъ перенесенъ въ заднюю часть дома.

Нерѣдко къ атріуму примыкали комнаты съ наружной, лицевой стороны, которыя отдавались подъ лавки—tabernae.

За атріумомъ слѣдовалъ кабинетъ хозяина, tablinum, который велъ прямо во внутренній дворъ. По обѣимъ сторонамъ атріума расположены были жилыя комнаты; спальни — cubicula, столовыя — triclinia.

Внутренній дворъ—peristylium—представлялъ собой пространство, обнесенное колоннадой, съ садикомъ—viridarium и водоемомъ—piscina—посрединѣ.

Потолокъ въ болѣе древнее время былъ досчатый и простой, но позднѣе онъ сталъ украшаться отверстіями и рѣзьбой. Стѣны позднѣе украшались живописью и были штукатуренныя. Полъ былъ раньше глиняный, а затѣмъ мраморный или мозаичный. Окна—fenestrae—до времени имперіи закрывались деревянными ставнями, и лишь позднѣе стали вставлять стекла. Свѣтъ проходилъ черезъ compluvium и черезъ окна, и изъ атріума распространялся по всѣмъ другимъ комнатамъ. Для освѣщенія же употреблялись факелы, свѣчи, а позднѣе масляныя лампы (lucerna). Для отопленія устраивались подземныя печи (hypocausta), откуда посредствомъ трубъ (tubi) въ стѣнахъ и подъ поломъ теплый воздухъ проводился въ комнаты. Впрочемъ, употреблялись и жаровни (camini) и переносныя печи (fornax).

Въ концѣ республики въ Римѣ появились роскошные загородные дома—villa, которые были либо помѣстьями—villa rustica, либо дачами—villa urbana, и состояли изъ прекрасныхъ дворцовъ, садовъ и парковъ.

§ 2. VESTIMENTA.—ОДЕЖДА.

Одежда (vestimenta) римлянъ была нижняя и верхняя. Нижней одеждой, надѣвавшейся прямо на тѣло, была tunica—шерстяная рубаха безъ рукавовъ или съ рукавами, спускавшаяся немного ниже колѣнъ. Въ качествѣ отличительныхъ признаковъ, сенаторы на туникѣ имѣли широкую пурпуровую кайму (tunica laticlavia), всадники—такую же узкую кайму, а тріумфаторы—вышитыя пальмовыя вѣтви (tunica palmata). Въ позднѣйшее время подъ туникой стали носить еще нижнюю тунику—tunica interior, или subucula.

Верхней одеждой была toga—плащъ изъ цѣльнаго куска бѣлой шерстяной матеріи, надѣвавшійся черезъ лѣвое плечо и подъ мышкой правой руки, такъ, что правое плечо оставалось открытымъ, а на груди и спинѣ получались красивыя складки (sinus).

Тогу имѣли право носить только римскіе граждане, при чемъ въ будни надѣвалась toga alba—тогда изъ бѣлой некрашеной шерсти, а въ празники—toga candida—изъ крашеной шерсти.

Отличительными знаками кандидатовъ на общественныя должности была toga candida даже въ будніе дни, откуда и произошло самое названіе кандидатъ.

Курульныя должностныя лица носили тогу съ пурпуровой каймой—toga praetexta; тріумфаторы и императоры носили вышитую золотомъ пурпурную тогу—toga purpurea, toga picta; всадники и авгуры носили полосатую тогу съ нѣсколькими горизонтальными пурпурными каймами—toga trabea. Въ знакъ траура надѣвалась toga sordida—изъ темной шерсти.

Въ суровую погоду поверхъ тоги надѣвался родъ шерстяного плаща—laena, а въ походѣ—sagum—плащъ изъ темной и грубой шерсти. Въ качествѣ дорожныхъ плащей слѣдуетъ упомянуть еще: lacerna—короткій и широкій плащъ, и paenula—узкій и длинный.

Одежда женщинъ: длинная tunica, стягивавшаяся поясомъ подъ грудью, безъ рукавовъ—для дома, и съ длинными рукавами—для выхода на улицу; toga, позднѣе замѣненная своего рода верхней туникой до ногъ со шлейфомъ и называвшаяся stola; поверхъ тоги надѣвался при выходѣ изъ дому palla—плащъ въ родѣ тоги.

Дѣвушки и мальчики носили toga praetexta.

§ 3. ОБУВЬ И ГОЛОВНОЙ УБОРЪ.

Въ качествѣ обуви, какъ мужчины, такъ и женщины, употребляли дома—soleae—сандаліи, привязанныя ремнями, а на улицѣ—calcei—кожаные башмаки.

Въ видѣ отличительныхъ знаковъ сенаторы носили высокіе черные башмаки, а курульныя должностныя лица—высокіе красные башмаки (mullei).

Римляне вообще ходили съ непокрытыми головами, а во время дождя или для защиты отъ лучей солнца они покрывали голову верхнимъ концомъ тоги. Впрочемъ, употреблялись также и войлочныя шляпы безъ полей (pileus) или съ широкими полями—petasus и causia.

§ 4. ПИЩА И СТОЛЪ.

Главной пищей римлянъ была каша изъ проса—puls, хлѣбъ—panis, овощи и плоды. Позднѣе столъ сталъ роскошнѣе.

Главнымъ напиткомъ было виноградное вино, разбавленное водой или цѣльное (merum).

Рано утромъ кушали ientaculum—легкій завтракъ въ родѣ закуски, въ полдень—prandium—завтракъ, и послѣ 3-хъ часовъ—cena—обѣдъ.

Cena—обѣдъ состоялъ изъ закуски (gustatio), возбуждающей аппетитъ, собственно обѣда (caput cenae), состоявшаго изъ нѣсколькихъ блюдъ, и дессерта (mensae secundae) изъ печенья, сыру, плодовъ.

Въ болѣе раннее время обѣденный столъ стоялъ въ atrium, позднѣе же стали устраиваться особыя столовыя—triclinium.

За столомъ во время ѣды возлежали на особыхъ ложахъ (lectus), опираясь лѣвымъ локтемъ на подушку (torus), на которой въ торжественныхъ случаяхъ разстилали коверъ.

За торжественными обѣдами (convivium) нерѣдко слѣдовали попойки (commissatio), продолжавшіяся часто до поздней ночи, во время которыхъ гости украшали себя вѣнками и цвѣтами и развлекались музыкой, плясками и представленіями акробатовъ, шутовъ и т. д.

Въ послѣднее время вошло въ обычай, по примѣру грековъ, избирать начальниковъ пирушекъ и попоекъ (magister convivii или arbiter bibendi).

§ 5. БРАКЪ И СВАДЬБА.

Въ Римѣ существовали двѣ формы брака: matrimonium iustum—бракъ полноправный и matrimonium iniustum—бракъ неполноправный. Женщина, вступившая въ полноправный бракъ, называлась matrona, mater familias.

До свадьбы происходила помолвка—sponsalia, во время которой женихъ давалъ невѣстѣ обручальное кольцо—annulus pronubus.

Въ день свадьбы (nuptiae) прежде всего совершались auspicia, а затѣмъ уже свадебный обрядъ. Невѣста одѣвалась въ длинную бѣлую тунику и покрывалась яркокраснымъ брачнымъ покрываломъ (flammeum), а затѣмъ въ домъ невѣсты являлся женихъ, произносились обоими взаимныя согласія и обѣщанія, совершались жертвоприношенія, и по окончаніи ихъ начинался брачный пиръ. Съ наступленіемъ сумерекъ происходило такъ называемое deductio domum, торжественные проводы невѣсты въ домъ жениха. Здѣсь молодые вмѣстѣ зажигали факелами огонь на очагѣ, и съ этого момента начиналась совмѣстная супружеская жизнь.

Замужняя женщина въ Римѣ пользовалась сравнительной свободой, хотя и была подвластна мужу и считалась persona alieni iuris. Занятіями замужнихъ женщинъ было домашнее хозяйство, воспитаніе дѣтей и рукодѣліе.

§ 6. ИМЕНА.

Всякій римскій гражданинъ имѣлъ три имени:

praenomen—собственное, личное имя;

nomen gentilicum—родовое имя;
и cognomen—прозваніе.

Такъ, напримѣръ, полное имя Цицерона было: Marcus (praenomen) Tullius (nomen) Cicero (cognomen).

Имена женщинъ состояли изъ praenomen и nomen gentilicum, а позднѣе изъ praenomen и cognomen. Для болѣе точнаго обозначенія имени женщины, къ именамъ замужнихъ женщинъ прибавлялось еще имя мужа въ genetivus, а къ именамъ незамужнихъ женщинъ—имя отца со словомъ filia (дочь).

Усыновленные носили полное имя усыновителя, къ которому прибавлялось ихъ nomen gentile съ окончаніемъ на anus, какъ напримѣръ: Publius Cornelius Scipio Aemilianus, т. е. усыновленный изъ рода Эмилія Публіемъ Корнеліемъ Сципіономъ.

§ 7. ПОХОРОНЫ.

Обрядъ погребенія у римлянъ имѣлъ большое значеніе, такъ какъ по ихъ воззрѣніямъ душа умершаго, оставшаяся безъ погребенія, не находила успокоенія въ подземномъ царствѣ.

Похороны бѣдныхъ людей были просты. Послѣ омовенія трупа, его одѣвали, клали въ прикрѣпленный къ носилкамъ гробъ (capulus) и ночью, при свѣтѣ факеловъ, носильщики относили его на кладбище, гдѣ и зарывали въ землю или сжигали.

Похороны особъ знатныхъ были болѣе торжественны, и обряды были весьма сложны.

Послѣ омовенія трупа, его умащали благовонными мазями, облекали въ тогу и затѣмъ выставляли въ атріумѣ на одрѣ (lectus funebris — смертное ложе), подлѣ котораго клали вѣнки и ставили кадильницы (turibulum). Лишь на восьмой день выносили покойника въ торжественной процессіи, во главѣ которой шли трубачи и флейтисты, наемныя плакальщицы (praeficae) и танцовщики, а за ними несли imagines maiorum — изображенія предковъ. Покойника несли сыновья, родственники или отпущенные по завѣщанію на свободу рабы, на высокомъ богато убранномъ одрѣ, и за гробомъ въ темныхъ одеждахъ шли родственники и друзья.

Въ болѣе древнее время покойниковъ зарывали въ гробахъ въ землю. Позднѣе вошло въ обычай сжиганіе труповъ (crematio) на кострѣ, а пепелъ и кости собирались въ урну (urna) и помѣщались въ общественномъ или домашнемъ склепѣ (sepulcrum familiare).

Послѣ похоронъ, на 9-ый день, устраивался поминальный обѣдъ (cena novendialis) и затѣмъ ежегодно происходили поминки съ жертвоприношеніями.

Въ Римѣ ежегодно въ февралѣ происходили общественныя поминовенія умершихъ, называвшіяся parentalia (поминовеніе родителей) и feralia и бывшія временемъ общественнаго траура.

Отъ Редакціи.

Курсъ «Римскихъ древностей» преподается въ послѣднихъ классахъ нашихъ гимназій, и цѣлью его является—сообщить учащимся всѣ тѣ свѣдѣнія о государственномъ устройствѣ, военной организаціи и общественномъ и частномъ бытѣ древняго Рима, которыя необходимы для сознательнаго чтенія и пониманія произведеній римскихъ классиковъ.

Въ настоящемъ приложеніи къ «Гимназіи на дому» мы даемъ сжатое, но достаточно подробное знакомство съ предметомъ и въ изложеніи слѣдуемъ программѣ Петроградскаго Учебнаго округа, сохраняя систему рубрикъ и заголовки параграфовъ этой-же программы.

Редакція.

УКАЗАТЕЛЬ.

Предлагаемый нами ниже указатель составленъ съ той цѣлью, чтобы дать возможность нашимъ подписчикамъ, съ одной стороны, быстро оріентироваться въ томъ, что имъ нужно въ связи съ прохожденіемъ предметовъ, а съ другой стороны, ознакомиться съ содержаніемъ нашихъ выпусковъ отъ 16-го и до 30-го *).

*) При 12-мъ выпускѣ данъ указатель содержанія 1—15 выпусковъ.

Классы	ПРЕДМЕТЫ И ИХЪ СОДЕРЖАНІЕ.	Вып.	Страницы.
7-й классъ.	Тригонометрическія функціи. Синусъ	24	49— 57
	Косинусъ. Тангенсъ. Котангенсъ. Секансъ. Косекансъ .	25	37— 48
	Соотношенія между функціями одной и той же дуги . . .	26	165—170
	Вычисленіе значеній тригонометрическихъ величинъ по данному значенію одной изъ нихъ. Вычисленіе тригонометрическихъ функцій нѣкоторыхъ опредѣленныхъ аргументовъ. Понятіе о «приведеніи» аргументовъ; классификація дугъ. Приведеніе отрицательнаго аргумента	27	145—158
	Приведеніе тригонометрическихъ функцій какихъ угодно дугъ (угловъ) къ тригонометрическимъ функціямъ положительныхъ дугъ (угловъ), не превышающихъ 45°. Формулы тригонометрическихъ функцій суммы, разности, произведенія и частнаго дугъ (угловъ). Преобразованіе суммы и разности функцій. Вычисленіе значеній триногометрическихъ функцій.	28	97—120
	Составленіе и употребленіе таблицъ этихъ значеній и ихъ логариѳмовъ. Опредѣленіе логариѳмовъ малыхъ дугъ. Способъ введенія вспомогательнаго угла. Соотношенія между элементами треугольника (сторонами и углами). Рѣшеніе прямоугольныхъ треугольниковъ	29	138—159
	Рѣшеніе косоугольныхъ треугольниковъ. Рѣшеніе правильныхъ многоугольниковъ и вычисленіе площади сегмента. Измѣренія на мѣстности	30	246—263
	Физика.		
6-й классъ.	*Тяжесть*. Равновѣсіе тѣлъ. Паденіе тѣлъ. Вѣсы. *Жидкости*. Законъ Паскаля. Гидравлическій прессъ. Давленіе жидкости на дно и боковыя стѣнки сосуда	16	107—144
	Равновѣсіе жидкостей. Законъ Архимеда. Опредѣленіе удѣльнаго вѣса. Ареометры. Волосность. Диффузія и осмосъ .	17	32— 64
	Газы. Общее понятіе. Давленіе атмосферы. Барометры. Законъ Бойля и Маріотта. Аэростатъ. Водяной насосъ. Сифонъ	18	57— 88
	Ливеръ и пипетка. Пневматическая машина (воздушный насосъ). Монометры. Законъ Дальтона. Раствореніе (поглощеніе) газовъ въ жидкости. *Краткій очеркъ химическихъ явленій*. Химическое соединеніе. Элементы. Металлоиды. Горѣніе. Главные законы химическихъ реакцій. Атомистическая гипотеза. Химическія формулы. Металлы. Окислы. Щелочи. Кислоты. Соли	19	9— 57

Классы	ПРЕДМЕТЫ И ИХЪ СОДЕРЖАНІЕ.	Вып.	Страницы.
8-й классъ.	Высота и азимутъ. Склоненіе и прямое восхожденіе. Звѣздныя сутки и время. Небесный глобусъ	25	78— 89
	Географическія координаты и ихъ опредѣленіе	26	151—164
	Вращеніе земли около оси. Видимое движеніе солнца, его разстояніе отъ земли и размѣры	28	219—236
	Движеніе земли вокругъ солнца; слѣдствія, вытекающія изъ двоякаго движенія земли. Измѣреніе времени. Луна. Затменія. Планеты	29	116—137
	Основные законы движенія; всемірное тяготѣніе. Тѣла солнечной системы. Кометы и падающія звѣзды	30	199—225
	Теорія словесности.		
8-й классъ.	Рѣчь мѣрная и немѣрная. Виды стихосложенія. Понятіе о прозѣ и поэзіи	16	1— 17
	Внутренняя сторона сочиненій. Элементы, изъ которыхъ слагается содержаніе сочиненій: лирическій, описаніе, повѣствованіе, разсужденіе. Проза описательная и повѣствовательная	17	1— 12
	Прозаическія сочиненія.—Исторія. Біографія. Характеристика. Разсужденія. Ораторскія произведенія (духовное и свѣтское краснорѣчіе). Сочиненія поэтическія	18	1— 13
	Эпическая поэзія. Народный эпосъ—сказки, былины, историческія пѣсни	20	157—165
	Пословицы, загадки. Духовно-христіанскій эпосъ. Литературный эпосъ. Поэма—классическая, ложно-классическая, новаго времени и лироэпическая. Идиллія. Басня. Баллада. Романъ	21	27— 44
	Эпическая поэзія—повѣсть и разсказъ. Лирическая поэзія—лирика народная и лирика литературная. Пѣсни. Ода	22	1— 10
	Сатира. Элегія. Искусственная пѣсня. Драматическая поэзія.	23	13— 18
	Трагедія—классическая, ложно-классическая	24	1— 12
	Трагедія новаго времени. Комедія—классическая, ложноклассическая, новѣйшая. Драма въ тѣсномъ смыслѣ . . .	25	1— 10
	Исторія русской литературы.		
	Новый періодъ. Н. М. Карамзинъ. Сентиментализмъ. Литературная дѣятельность Карамзина	16	145—176

Классы	ПРЕДМЕТЫ И ИХЪ СОДЕРЖАНІЕ.	Вып.	Страницы.
5-й классъ	«Федра»—*Расинi*. Французская литература	30	37— 68
	Сравнительная географія.		
	Физическое обозрѣніе Россіи: ея географическое положеженіе, границы, поверхность, орошеніе, климатъ, почва, флора и фауна. Губерніи Россійской Имперіи	16	13— 32
	Этнографическое обозрѣніе Россіи: населеніе, рождаемость, смертность, составъ населенія, народы Имперіи. Виды поселеній. *Экономическое состояніе* Россіи: добывающая промышленность	17	13— 31
	Добывающая промышленность.—Земледѣліе, землевладѣніе и землепользованіе. Культура хлѣбныхъ растеній. Техническія растенія. Луговодство. Лѣсоводство	18	14— 40
	Царство животное. Скотоводство	19	1— 8
	Царство минеральное. Металлы. Минералы. Обрабатывающая промышленность. Кустарная, фабрично-заводская промышленность. Торговля. Пути сообщенія и способы сношенія . .	20	166—194
	Пути сообщенія и средства сношеній. Торговля—внутренняя, внѣшняя. Духовное, политическое состояніе Россіи. Вооруженныя силы Россіи. Финансы	21	1— 26
8-й классъ	**Логика**		
	Предметъ и задачи логики	23	188—192
	Задачи логики. Виды логическаго мышленія. Опредѣленіе логики. Общіе законы мышленія. Понятія	24	158—172
	Понятіе. Сужденіе	25	214—225
	Умозаключеніе и его виды	26	257—270
	Умозаключеніе. Аналогія	27	106—115
	Индукція и дедукція. Гипотеза. Доказательство. Логическія ошибки. Классификація. Методъ и система. Науки и ихъ различіе	28	44— 61
7-й классъ	**Психологія.**		
	Предметъ психологіи, задача психологіи. Отличіе психическихъ явленій отъ физическихъ. Наблюденіе, экспериментъ. Связь между душевными явленіями и тѣлесными. Нервная система	22	43— 52
	Нервная система. Ощущенія	23	7— 12
	Ощущенія. Виды ощущеній. Воспроизведеніе. Представленія	24	36— 48

Классы	ПРЕДМЕТЫ И ИХЪ СОДЕРЖАНІЕ.	Вып.	Страницы.
7-й классъ.	Представленія. Виды ассоціацій представленій. Память. Вниманіе	25	27—36
	Вниманіе и его виды. Воображеніе. Общія представленія и понятія. Сужденія и умозаключенія. Высшія понятія	26	1—20
	Чувства, ихъ классификація. Аффекты. Настроенія	27	1—22
	Психологія воли. Свобода воли и вмѣненіе. Ученіе о темпераментахъ	28	1—20
	Законодѣдѣніе.		
7-й и 8-й классы.	Необходимость и формы общежитія. Правила, опредѣляющія отношенія между людьми. Понятіе о правѣ. Требованія религіи, нравственности, справедливости и права	22	123—134
	Цѣль, значеніе и содержаніе права. Положительное право. Источники права. Законъ	23	1—6
	Законы, виды, кодификація. Обычное право. Отношеніе государственныхъ законовъ къ гражданскимъ. Населеніе государства	24	23—35
	Населеніе государства. Территорія. Верховная власть. Монархія. Республика	25	11—26
	Сложныя формы государственнаго устройства. Русское государственное право. Монархъ. Государственная Дума	26	124—139
	Государственная Дума. Государственный Совѣтъ	27	23—36
	Совѣтъ министровъ. Сенатъ. Синодъ. Министерства. Органы подчиненнаго управленія. Земскія и городскія учрежденія. Населеніе. Территорія	28	21—43
	Гражданское право. Семейственное право. Наслѣдственное право. Вещное право. Право собственности. Обязательственное право. Виды договоровъ. Гражданскій процессъ	29	49—80
	Судоустройство. Судопроизводство. Уголовное право. Преступленіе. Наказаніе. Важнѣйшіе виды уголовныхъ преступленій. Уголовный процессъ	30	1—26
	Ботаника.		
2-й классъ.	Семейство розоцвѣтныхъ. Группы миндальныхъ, розовыхъ, яблочныхъ. Семейство маслинныхъ, вьюковыхъ, маревыхъ, гречишныхъ, орѣшниковыхъ, плюсконосныхъ, лещиновыхъ, березовыхъ	17	86—97
	Семейство ивовыхъ. Однодольныя растенія. Семейство лилейныхъ, злаковъ, пальмовыхъ. Голосѣменныя растенія. Семейство хвойныхъ	18	165—173

Классы	ПРЕДМЕТЫ И ИХЪ СОДЕРЖАНІЕ.	Вып.	Страницы.
	Задачи отъ 804 до 842 (логариѳмы; сложные проценты; срочныя уплаты)	23	133—139
	Задачи отъ 843 до 855 (сложные проценты; срочныя уплаты)	24	204—211
	Задачи отъ 856 до 884 (извлеченіе кубичнаго корня; изслѣдованіе уравненій первой степени; сложные проценты и срочныя уплаты)	25	178—193
	Задачи отъ 885 до 917 (изслѣдованіе уравненій; неравенства и неопредѣленныя уравненія)	27	195—204
	Задачи отъ 917 до 965 (переложенія, размѣщенія и сочетанія; биномъ Ньютона)	28	237—249
	Задачи отъ 966 до 988 (непрерывныя дроби; общій отдѣлъ) .	29	172—192
	Задачи отъ 989 до 1005 (общій наибольшій дѣлитель; общій отдѣлъ)	30	264—276
	Геометрическій задачникъ.		
	Задачи отъ 247 до 250	16	233—234
	Задачи отъ 251 до 254 (на построеніе)	17	212—213
	Задачи отъ 255 до 280	18	197—204
	Задачи отъ 281 до 293	20	195—201
	Задачи отъ 293 до 313 (площади прямолинейныхъ фигуръ; длина окружности; площадь круга; на построеніе) . .	21	231—238
	Задачи отъ 314 до 336	22	167—175
	Задачи отъ 337 до 342 (прямыя линіи и плоскости въ пространствѣ)	23	221—222
	Задачи отъ 343 до 380	24	212—224
	Задачи отъ 381 до 395	25	194—201
	Задачи отъ 396 до 441 (круглыя тѣла; тѣла вращенія) .	26	177—194
	Задачи отъ 442 до 453 (общій отдѣлъ)	27	182—187
	Задачи отъ 454 до 466 (задачи, служившія геометрическими темами на испытаніяхъ зрѣлости въ учебныхъ округахъ Россіи)	30	277—284

Классы	ПРЕДМЕТЫ И ИХЪ СОДЕРЖАНІЕ.	Вып.	Страницы.
	Тригонометрическій задачникъ.		
	Задачи отъ 1 до 4 (измѣреніе дугъ и угловъ)	24	225
	Задачи отъ 5 до 16 (измѣреніе дугъ и угловъ; упрощеніе выраженій)	25	202—203
	Задачи отъ 16 до 31 (значеніе тригонометрической линіи (функціи), содержащейся въ уравненіи)	27	259—262
	Задачи отъ 32 до 108 (зависимость между тригонометрическими функціями одного и того же аргумента (угла-дуги) . .	29	161—171
	Задачи отъ 109 до 186 (формулы сложенія, вычитанія. умноженія и дѣленія; преобразованіе суммы и разности функцій; примѣненіе логариѳмическихъ таблицъ; введеніе вспомогательнаго угла; рѣшеніе треугольниковъ; задачи на измѣреніе мѣстности)	30	285—301
	Задачникъ по физикѣ.		
	Задачи отъ 35 до 55 (вѣсы; законъ Паскаля; гидравлическій прессъ; давленіе жидкости на дно и боковыя стѣнки сосуда)	17	214—217
	Задачи отъ 56 до 78 (давленіе жидкости на дно и боковыя стѣнки сосуда; законъ Архимеда и удѣльный вѣсъ)	18	193—196
	Задачи отъ 79 до 92 (законъ Архимеда; плаваніе тѣлъ; удѣльный вѣсъ)	19	249—252
	Задачи отъ 93 до 103 (сообщающіеся сосуды; давленіе воздуха)	20	202—203
	Задачи отъ 104 до 113 (сообщающіеся сосуды; законъ Бойля-Маріотта)	21	239—240
	Задачи отъ 114 до 122 (Законъ Бойля-Маріотта; воздушный насосъ)	22	242—245
	Задачи отъ 123 до 129 (законъ Архимеда въ примѣненіи къ газамъ; законъ Дальтона)	23	79— 80
	Задачи отъ 130 до 151 (законъ Дальтона; термометрическія шкалы; тепловое расширеніе твердыхъ тѣлъ)	24	226—229
	Задачи отъ 152 до 166 (расширеніе жидкостей; расширеніе газовъ; калориметрія—способъ смѣшенія)	29	284—286
	Задачи отъ 167 до 190 (теплота; электричество; свѣтъ) .	30	302—307

Классъ	ПРЕДМЕТЫ И ИХЪ СОДЕРЖАНІЕ.	Вып.	Страницы.
	Русская хрестоматія (техникъ).		
	Проза и поэзія. «Москва... какъ много въ этомъ звукѣ для сердца русскаго слилось». «Да, жалокъ тотъ, въ комъ совѣсть не чиста». «Страданіе нужно намъ: не испытавъ его, нельзя понять и счастья». «Россія молодая, въ борейяхъ силы напрягая, мужала съ геніемъ Петра». Древне-русская проповѣдь. Характеристика пѣвца «Слова о полку Игоревѣ». Историческое и нравственное значеніе былинъ. Значеніе идеаловъ въ жизни человѣка	18	237—257
	Положеніе русской женщины въ семьѣ по «Домострою». Юго-западное направленіе въ русской литературѣ. Какое образованіе можетъ называться истиннымъ? Идеалъ русской жизни по «Домострою». Вліяніе окружающей среды на развитіе характера людей	19	231—239
	Значеніе театра. Сатира въ басняхъ Крылова. Московское общество 20-хъ годовъ XIX в. по комедіи «Горе отъ ума». Черты сентиментализма въ повѣсти «Бѣдная Лиза» Карамзина. Романтизмъ въ произведеніяхъ Жуковскаго	20	210—217
	Романтизмъ въ произведеніяхъ Жуковскаго. Хорошіе пути сообщенія, какъ факторъ культурнаго прогресса и цивилизаціи. Положеніе наукъ въ Россіи въ началѣ XVIII в. по сатирѣ Кантемира «На хулящихъ ученіе». Взглядъ Крылова на трудъ. Взглядъ Крылова на воспитаніе	21	198—207
	Взглядъ Крылова на воспитаніе. Вліяніе христіанства на жизнь древней Россіи. Стефанъ Яворскій и Ѳеофанъ Прокоповичъ, какъ проповѣдники. Ложно-классицизмъ въ русской литературѣ. Лирика Ломоносова	22	210—219
	Ломоносовъ—отецъ русской литературы. Значеніе А. П. Сумарокова, какъ драматурга. Екатерина В., какъ писательница. Литературная дѣятельность М. Хераскова. Поэма Богдановича «Душенька». Общественныя настроенія Екатерининской эпохи. Державинъ, какъ сатирикъ. Лирика Державина. «Богъ» въ произведеніяхъ Хераскова и Державина. Литературная дѣятельность Хемницера. Трагедіи Я. Княжнина. Журналистика въ эпоху Екатерины В.	23	216—220
	Общественныя настроенія Екатериниской эпохи. «Байронизмъ» въ произведеніяхъ Пушкина. Царь Борисъ въ «Борисѣ Годуновѣ» Пушкина. Татьяна Ларина и Маша Миронова. Психологія скупости по драматическимъ сценамъ Пушкина «Скупой рыцарь». Взглядъ Пушкина на «поэта» и «поэзію»	24	173—184
	Лирика Пушкина, какъ отраженіе его личности. Русская дѣйствительность въ творчествѣ Пушкина. Лермонтовъ и Пушкинъ. Лирика Лермонтова. «Пѣсня про царя Ивана		

Классъ	ПРЕДМЕТЫ И ИХЪ СОДЕРЖАНІЕ.	Вып.	Страницы.
	Васильевича, молодого опричника и удалого купца Калашникова». Поэма «Демонъ», какъ выраженіе байроническаго настроенія Лермонтова. Психологическое и общественно-историческое значеніе романа «Герой нашего времени». «Нѣтъ, я не Байронъ, я другой, еще невѣдомый избранникъ, какъ онъ, гонимый міромъ странникъ, но только съ русскою душой»	25	204—213
	Субъективизмъ въ творчествѣ Лермонтова. Общая характеристика помѣщиковъ по «Мертвымъ душамъ» Гоголя. Лирическія отступленія въ поэмѣ Гоголя «Мертвыя души». Особенности творчества Гоголя, отразившіяся въ характеристикахъ дѣйствующихъ лицъ въ «Мертвыхъ душахъ». Русское чиновничество по «Ревизору» Гоголя. Молчалинъ и Чичиковъ. Пушкинъ и Гоголь, какъ писатели. Идиллическій міръ въ изображеніи Гоголя. Типичныя черты Гоголя, какъ художника-поэта. Юморъ Гоголя	26	243—256
	Народный бытъ по произведеніямъ Кольцова. Что завѣщалъ Гоголь послѣдующей русской литературѣ? Пушкинъ—поэтъ «эстетическаго воспріятія дѣйствительности». Общественное значеніе литературной дѣятельности Гоголя. Постановка дѣла воспитанія и образованія помѣщичьихъ дѣтей въ эпоху крѣпостного права по произведеніямъ русскихъ писателей XIX в. Реализмъ въ русской литературѣ. Вліяніе созерцанія природы на душу человѣка	27	116—124
	Развитіе русской литературы отъ Пушкина до Тургенева. Русское крестьянство по «Запискамъ охотника». Взаимныя отношенія между крестьянами и помѣщиками по разсказу «Хорь и Калинычъ». Роль «Записокъ охотника» въ вопросѣ объ освобожденіи крестьянъ. Художественная сторона «Записокъ охотника». Общественное значеніе романа Тургенева «Рудинъ». Татьяна Пушкина и Лиза Тургенева. Лаврецкій и Паншинъ, какъ представители двухъ партій—западниковъ и славянофиловъ. Рудинъ, Лаврецкій и Паншинъ, какъ общественные типы. Женскіе типы въ романѣ Тургенева. Развитіе русскаго общества по произведеніямъ Тургенева. Обломовщина. Эволюція женскихъ типовъ въ русской литературѣ	28	121—134
	Какъ развивался типъ лишняго человѣка въ русской литературѣ? Женскіе типы въ произведеніяхъ Гончарова. Типы домостроевскаго характера въ драмахъ Островскаго. Положительные типы въ драмахъ Островскаго. Купеческій бытъ по произведеніямъ Островскаго. Народная масса въ умственномъ, нравственномъ и религіозномъ отношеніяхъ по драмѣ «Гроза». Въ чемъ заключается уродливость новыхъ вѣяній въ купеческой средѣ по произведеніямъ Островскаго «Бѣдность не порокъ» и «Свои люди—сочтемся»? Элементы драмы въ комедіи Островскаго «Свои люди—сочтемся»	29	38— 48

Классы	ПРЕДМЕТЫ И ИХЪ СОДЕРЖАНІЕ.	Вып.	Страницы.
	Борьба старыхъ началъ съ новыми по произведеніямъ «Горе отъ ума» Грибоѣдова, «Доходное мѣсто» Островскаго и «Отцы и дѣти» Тургенева. Характеристика Катерины по драмѣ Островскаго «Гроза». Духовныя причины паденія античнаго міра по поэмѣ Майкова «Три смерти». Торговля, какъ проводникъ цивилизаціи. Значеніе современныхъ войнъ. Образовательное и воспитательное вліяніе художественныхъ произведеній на душу человѣка	30	27— 36
	Историческая хрестоматія.		
	Древній періодъ русской литературы. Пѣсни эпическія. Былины. Историческія пѣсни. Обрядовыя, бытовыя пѣсни. Духовные стихи. Слово митрополита Иларіона. Лѣтопись Нестора. *Новый періодъ русской литературы.* Карамзинъ—Письма русскаго путешественника. «Бѣдная Лиза». О счастливѣйшемъ времени жизни. О любви къ отечеству и народной гордости	16	177—205
	Образцы къ курсу теоріи словесности. Днѣпръ (Гоголя). Днѣпръ (изъ географіи Кузнецова). Битва на Куликовомъ полѣ (Карамзина). Полтавскій бой (Пушкина). Выхожу одинъ я на дорогу (Лермонтова)	16	205—211
	Ѳеодосій Печерскій—Поученіе о казняхъ Божіихъ. Кириллъ Туровскій. Хожденіе игумена Даніила. Поученіе Владиміра Мономаха къ дѣтямъ	17	152—163
	Отрывки изъ «Слова о полку Игоревѣ». Отрывки изъ «Домостроя». Карамзинъ—Исторія государства Россійскаго .	18	105—115
	Карамзинъ—Исторія государства Россійскаго. Жуковскій—эллегіи и баллады	19	75— 84
	В. А. Жуковскій—его баллады. Отрывки изъ Серапіона, Даніила Заточника, Ивана Грознаго	20	255—266
	Отрывки изъ Котошихина, Стеф. Яворскаго, В. А. Жуковскаго—баллады, К. И. Батюшкова и А. С. Грибоѣдова . . .	21	241—250
	Ѳеофанъ Прокоповичъ—Слово на погребеніе Петра Великаго. Татищевъ—Исторія Россійская. Кантемиръ—сатира «Къ уму своему». Оды Ломоносова. О пользѣ книгъ церковныхъ—Ломоносова	22	246—264
	Сумароковъ. Херасковъ. Богдановичъ. Державинъ . . .	23	200—211
	Пушкинъ—его стихотворенія	24	185—193
	Пушкинъ—«Борисъ Годуновъ»	25	153—163
	Пушкинъ—стихотворенія. Лермонтовъ—стихотворенія .	26	171—176
	Выдержки изъ нѣкоторыхъ произведеній Н. В. Гоголя .	27	221—237
	Выдержки изъ нѣкоторыхъ произведеній Тургенева . . .	28	209—218

2007336284